

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
des Fachbereiches Medizin der Philipps-Universität Marburg  
in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum  
Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg  
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Roland Frankenberger

Abteilung für Orofaziale Prothetik und Funktionslehre  
Direktor: Prof. Dr. Ulrich Lotzmann



**Mukositis, Peri-Implantitis, Erfolg- und Überlebensrate  
von Implantaten mit Doppelkronen bei Patienten mit  
behandelter generalisierter aggressiver Parodontitis.**

6 – 21 Jahresergebnisse einer Kohortenstudie

**INAUGURAL-DISSERTATION**

Zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin  
dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg  
vorgelegt von

**Janke Jorita Christine Wendt geb. Scherbeitz**

aus Leer (Ostfriesland)

Marburg, 2016

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Herr Prof. Dr. H. Schäfer

Referent: Herr Prof. Dr. R. Mengel

1. Korreferent: Frau Prof. Dr. C. Knabe-Ducheyne

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Prothetische Konzepte auf Implantaten	4
1.1.1 Einzelkronen	4
1.1.2 Brücken	10
1.1.3 Herausnehmbare Suprakonstruktionen	14
1.1.3.1 Druckknopf	16
1.1.3.2 Locator	18
1.1.3.3 Steg	19
1.1.3.4 Magnet	22
1.1.3.5 Doppelkrone	24
1.2 Ziel der Arbeit	28
<b>2. Material und Methode</b>	<b>29</b>
2.1 Patienten	29
2.2 Klinische Untersuchung	31
2.3 Knochenqualität und Knochenquantität	33
2.4 Radiologische Untersuchung	34
2.5 Zeitlicher Verlauf der Studie	35
2.6 Statistische Auswertung	36
2.6.1 Statistische Methode	36
2.6.2 Überlebensrate der Implantate	37
2.6.3 Erfolgsrate der Implantate	38
2.6.4 Mukositis und Periimplantitis	38
2.6.5 Technische Komplikationen	39
2.6.6 Risikofaktoren	39

<b>3. Ergebnisse</b>	<b>41</b>
3.1 Beobachtungszeitraum	41
3.2 Klinische Ergebnisse	42
3.3 Radiologische Ergebnisse	45
3.4 Überlebensrate der Implantate	46
3.5 Erfolgsrate der Implantate	46
3.6 Mukositis	51
3.7 Periimplantitis	56
3.8 Technische Komplikationen	60
 <b>4. Diskussion</b>	 <b>61</b>
4.1 Diskussion der Methode	61
4.2 Diskussion der Ergebnisse	62
4.3 Schlussfolgerung	70
 <b>5. Zusammenfassung</b>	 <b>71</b>
5.1 Zusammenfassung	71
5.2 Summary	72
 <b>6. Literaturverzeichnis</b>	 <b>74</b>
 <b>7. Anhang</b>	 <b>97</b>
7.1 Verzeichnis der Tabellen	97
7.2 Verzeichnis der Abbildungen	98
7.3 Tabellen	99
7.4 Verzeichnis akademischer Lehrer	114
7.5 Lebenslauf	115
7.6 Danksagung	116
7.7 Ehrenwörtliche Erklärung	117

## **1. Einleitung**

Untersuchungen von prothetischen Versorgungsmöglichkeiten an parodontal vorerkrankten Patienten werden immer wichtiger, da die Prävalenz der Parodontitis in der deutschen Bevölkerung stetig zunimmt (Micheelis 2011).

1999 veröffentlichte Armitage die bis dato anerkannte Einteilung der gingivalen und parodontalen Erkrankungen. Es werden drei Parodontitistypen unterschieden: Die chronische Parodontitis, die aggressive Parodontitis und Parodontitis als Manifestation von systemischen Erkrankungen. Zusätzlich wird zwischen lokalisierten und generalisierten Formen differenziert.

Die chronische Parodontitis wird definiert durch folgende Merkmale und Eigenschaften (Armitage 2004): Sie betrifft vorwiegend Erwachsene. Der Umfang von Attachment- und Knochenverlust steht in direkter Beziehung zu lokalen Faktoren wie der Plaqueakkumulation. Auch subgingivale Konkremente sind häufig vorhanden. Der Krankheitsverlauf ist langsam bis gemäßigt mit eventuell auftretenden Phasen des schnellen Voranschreitens. Die weitere Differenzierung beruht auf der Anzahl der betroffenen Zähne. Bei einem Befall unter 30% wird von der lokalisierten Form (LCP) gesprochen, darüber von generalisierter Parodontitis (GCP).

Die aggressive Parodontitis kommt seltener vor als die chronische. Sie betrifft vor allem jüngere Patienten (Albandar und Tinoco 2002). Typisch ist ein schnelles Voranschreiten der Erkrankung mit Attachment- und Knochenverlust, sowie eine genetische Disposition (Lang et al. 1999). Die Menge vorhandener Plaqueablagerungen steht häufig im Widerspruch zur Intensität der parodontalen Schädigung.

Auch die aggressive Parodontitis wird unterteilt in eine lokalisierte und eine generalisierte Form (Armitage 1999). Die lokalisierte aggressive Parodontitis (LAgP) tritt im Zeitraum der Pubertät auf. Sie kennzeichnet ein approximaler Attachmentverlust an mindestens 2 bleibenden Zähnen, davon mindestens ein erster Molar. Darüber hinaus dürfen nicht mehr als zwei weitere Zähne neben den ersten Molaren und Inzisiven betroffen sein (Armitage 2004). Patienten, die an generalisier aggressiver Parodontitis (GAgP) leiden, zeigen eine schlechtere Immunantwort. Attachment- und Knochenverlust tritt in episodischen Schüben auf und wird an mindestens 3 bleibenden Zähnen, neben den ersten Molaren und Inzisiven, festgestellt. Diagnostiziert wird die Erkrankung in der Regel bis zum 30. Lebensjahr (Armitage 2004).

Die Prävalenz einer schweren Parodontitis liegt bei 5 bis 20% der globalen Bevölkerung. Eine milde bis moderate Form betrifft die Mehrheit der Erwachsenen (Kassebaum et al. 2014). Als schwere Parodontitis werden Sondierungstiefen (ST)  $\geq 5$  mm und ein Attachmentlevelverlust (AL)  $\geq 6$  mm an zwei oder mehr Zähnen bewertet (Dye 2012). Die aggressive Parodontitis tritt deutlich seltener auf. Am häufigsten betroffen ist die afrikanische Population mit 1 % bis 5 %, am seltensten Nord- und Mitteleuropa mit 0,1% (Susin et al. 2014).

Nibali et al. (2013) ermittelten in einem Review eine durchschnittliche Zahnverlustrate von 0,05 Zähnen pro Patient/Jahr für LAgP und 0,14 Zähnen pro Patient/Jahr für GAgP. Bei GAgP-Patienten ist somit mit einem fortschreitenden Zahnverlust, bzw. einem bereits reduzierten Zahnbestand oder komplett zahnlosen Kiefern zu rechnen.

Bei Zahnverlust bieten sich neben den konventionellen prothetischen Versorgungen auch Implantatversorgungen an. Für Patienten die ‚Parodontitis anfällig‘ sind, wurde ein systematischer Review bezüglich Implantatüberlebensraten durchgeführt (Schou 2008). Unter diesem allgemein gehaltenen Begriff wurden Patienten zusammengefasst, die mindestens einen Zahnverlust auf Grund einer parodontalen Erkrankung erlitten. Die Implantate erzielten hohe Überlebensraten. Weitere Studien zeigten demgegenüber eine erhöhte Anfälligkeit von parodontal erkrankten Patienten für eine Periimplantitis (Koldslund et al. 2011, Marrone et al. 2013).

Jiang et al. stellte 2013 eine 2-Jahres-Studie an 30 gesunden und 30 Patienten mit einer chronischen Parodontitis und insgesamt 276 Implantaten vor, wobei Blutungsindex, Plaque-Index, Lockerungen, Sondierungstiefen und der Implantaterfolg berücksichtigt wurde. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den zu untersuchenden Gruppen. In einer prospektiven Langzeitstudie von Mengel et al. (2001) ergab sich eine Überlebensrate von 100% bei Patienten mit einer chronischen Parodontitis nach 3 und 5 Jahren. Karoussis et al. (2003) ermittelte hingegen niedrigere Überlebensraten, verbunden mit einer erhöhten Rate an biologischen Komplikationen für diese Patienten gegenüber der gesunden Kontrollgruppe.

In der Literatur seltener zu finden, sind Studien über die Versorgung von Patienten mit einer GAgP mittels Implantate. Im Wesentlichen hat Mengel et al. mit mehreren Studien (2001, 2005, 2007 b) untersucht, wie sich Implantate bei diesen Patienten dauerhaft verhalten. Es ergaben sich Überlebensraten von 83,33% bis 100 % für

Untersuchungszeiträume von 3 – 10 Jahren. Al-Zahrani stellte 2008 seine systematische Literaturrecherche zur Überlebensrate von Implantaten bei GAgP-Patienten vor. Es ergaben sich gute Kurzzeitergebnisse bei schwacher Evidenzbasis. Im Gegensatz zu parodontal gesunden Patienten, wurde häufiger von Knochenverlust um die Implantate berichtet. In dem Review von Monje et al. (2014) ergeben sich für Implantate Überlebensraten von 83,3% bis 100%, wobei dieser Bewertung 6 Studien zugrunde lagen. In einer Vergleichsstudie zwischen Patienten mit GCP und GAgP konnte ein deutlich höherer Knochenverlust bei Patienten mit einer GAgP nachgewiesen werden (Kehl et al. 2011).

Für Patienten mit einer GAgP sollte aufgrund der erhöhten Zahnverlustrate eine Erweiterungsfähigkeit der Versorgung im Vordergrund stehen. Die Versorgung bei bereits stark reduziertem Zahnbestand und zahnlosen Kiefern, mit einer durch Doppelkronen retinierten Prothese erscheint daher sinnvoll. Doppelkronenversorgungen auf Implantaten zeigten sich bei parodontal gesunden Patienten als sehr erfolgreich (97-100% Überlebensrate (Verma et al. 2013, Koller et al. 2011)). Jedoch belegen bisher nur wenige Studien, den Erfolg dieser Versorgung auf Implantaten für GAgP-Patienten (Mengel et al. 2002, Mengel et al. 2007c). Eine dieser Studien untersucht den Erfolg einer implantat- und zahngetragenen Doppelkronenversorgungen an Patienten mit einer GAgP im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe über einen Zeitraum von 3 Jahren (Mengel et al. 2007c). Es wurden 9 Patienten mit GAgP und 8 parodontal gesunde Patienten mit insgesamt 54 Implantaten integriert. Die gesunde Kontrollgruppe erhielt, im Gegensatz zu den parodontal erkrankten Probanden, festsitzende Versorgungen in Form von zementierten Brücken oder Einzelzahnimplantaten. Die Implantatüberlebensrate betrug 100% für die gesunden Patienten und 97,6% für GAgP-Patienten, da ein Implantat dieser Gruppe nicht osseointegrierte, sodass kein signifikanter Unterschied festzustellen ist. Die zweite Veröffentlichung beschreibt 2 Fälle einer GAgP-Patientenversorgung mit einem zufriedenstellenden Behandlungsergebnis nach 3 bzw. 4 Jahren (Mengel et al. 2002).

Da die aggressive Parodontitis einen große Anzahl an Patienten betrifft und die Evidenzbasis für Langzeitprognosen zu Implantatversorgungen immer noch schwach ist, sind Langzeitstudien, wie die vorliegende, zu diesem Problemkreis nötig.

## **1.1 Prothetische Konzepte auf Implantaten**

Die Aufgabe eines Zahnersatzes ist nicht ausschließlich nur die Kaufunktion wieder herzustellen, sondern auch Ästhetik, Komfort und nicht zuletzt die einfache Handhabung für ältere oder pflegebedürftige Patienten zu gewährleisten.

Durch die Implantatprothetik konnte die Anzahl möglicher Versorgungsvarianten für eine Vielzahl individueller Situationen verbessert werden, um den gesteigerten Anforderungen gerecht zu werden. Der Verlust eines einzelnen Zahnes muss somit nicht mehr mit einer Brücke versorgt, sondern kann ebenso durch ein Implantat mit Einzelkrone ersetzt werden. Fehlen mehrere Zähne, sind sowohl Einzelimplantate mit Kronen, als auch festsitzende Brückenkonstruktionen auf Implantaten möglich. Diese Brückenkonstruktionen auf mehreren Implantaten können auch bei einem stark reduzierten Lückengebiss oder sogar beim zahnlosen Kiefer als Alternative zur herausnehmbaren Prothese angewendet werden.

Neben den festsitzenden Suprakonstruktionen ist auch eine Verwendung von Implantaten innerhalb herausnehmbarer Prothesen möglich. Auf die einzelnen Implantate können, je nach dem Bedürfnis der Patienten, unterschiedliche Halteelemente aufgebracht werden.

### **1.1.1 Einzelkronen**

Bei der Einzelkrone auf einem Implantat handelt es sich um die Ersatzversorgung eines fehlenden Zahnes. Die Krone, die auf das Implantat aufgebracht wird, ist der natürlichen Zahnkronenform nachempfunden und soll dieser in Form, Funktion und Ästhetik möglichst nahe kommen (Abb. 1.1).





**Abb. 1.1 Einzelkrone auf Implantat**

Alternativ hierzu kann die Einzelzahnücke durch eine Brückenversorgung geschlossen werden, eine sog. kurzspannige Endfeilerbrücke. In einem Review werden Einzelzahnimplantate mit diesen Brücken verglichen. Es werden Überlebens- und Komplikationsraten von Implantaten und Brücken verglichen und die Vorteile für den Patienten bewertet. Gegenstand war die Auswertung der Daten aus 26 Publikationen (Scheuber et al. 2012). Raten für Misserfolge zeigten sich in den Studien für die Einzelkrone auf Implantat und die kurzspannige Endfeilerbrücke ähnlich (95%-97,6%). Dennoch äußerten sich 98% der Patienten als zufrieden oder sehr zufrieden mit einem Implantat mit Einzelkrone, und nur 84% waren so zufrieden mit ihrer Brückenversorgung.

Ein deutlicherer Unterschied zwischen den Überlebensraten eines Einzelzahnimplantates und einer Brückenversorgung zeigt sich hingegen bei der Versorgung der verkürzten Zahnreihe. Hier besteht die konventionelle festsitzende Versorgung in einer Brücke mit Anhänger. Im durch die Kaukraft stärker belasteten Seitenzahnbereich ist ein Brückenanhänger zum Ersatz eines Zahnes bei verkürzter Zahnreihe ungünstig, da extraaxiale Kräfte verstärkt auf die Ankerzähne wirken (Himmel et al. 1992). Zusätzlich müssen, um die Kräfte abzufangen, mindestens zwei bestehende Zähne miteinander verblockt werden. Diese Situation birgt, aus parodontalhygienischer Sicht eine besondere Problematik: Der Bereich zwischen den verblockten Zähnen ist meist nur schwer oder gar nicht mit Interdentalbürstchen oder Zahnseide erreichbar und dadurch nicht ausreichend zu reinigen.

Wird eine Freundsituation mit auf Implantaten getragenen Einzelkronen restauriert, so kann eine optimale Verteilung der Belastung auf möglichst viele Pfeiler mit axial wirkenden Kräften erreicht und auch eine gute Zwischenraumhygiene ermöglicht werden. Es ergeben sich somit schlechtere Überlebensraten (81,8% nach 10 Jahren) und Erfolgsraten (63% nach 10 Jahren) für die Freidendbrückenversorgung. Bedingt durch die mangelnde Erreichbarkeit der verblockten Zähne ergaben sich zusätzlich vermehrt technische und biologische Komplikationen für diese Versorgung, die bei konventionellen Endpfeilerbrücken oder auch Einzelzahnimplantaten ausgeblieben sind (Pjetursson et al. 2004b).

Der Ersatz eines Zahnes mit einem Implantat hat gegenüber der konventionellen Versorgung mit Hilfe einer Brücke den Vorteil der Zahnhartsubstanzschonung. Besonders in Fällen, bei denen Nachbarzähne keine großflächigen Füllungen aufweisen, sollte die Möglichkeit der Verwendung eines Implantats in Betracht gezogen werden. Patienten, die einen Zahnverlust auf Grund eines Traumas erlitten haben, stellen eine mögliche Indikationsgruppe da, sowie Patienten mit Nichtanlagen von bleibenden Zähnen. Am Häufigsten fehlen die Zähne 35 (5.9 %), 45 (5.1 %), 22 (4.0 %), 12 (3.6 %), 15 (3.1 %) und 25 (3.0 %) in Deutschland (Behr et al. 2011). Daten aus Skandinavien (Wisth et al. 1974) und Nordamerika (Polder et al. 2004) zeigen ähnliche Ergebnisse. Die Häufigkeit einer Hypodontie in der Population liegt nach diesen Daten bei 4 bis 7 %.

Die Befestigung einer Implantatkrone kann zum einen durch Zementierung, zum anderen durch direkte Verschraubung erfolgen. Für eine Zementierung ist eine zweiteilige Restauration nötig, das Abutment und die Krone. Das Abutment ist ein zylinderförmiger Aufbau, der Implantat und Krone verbindet. Das Abutment und die Krone können aus unterschiedlichen Materialien gefertigt werden. Verwendet werden kann Zirkonoxid für das Abutment in Kombination mit einer Krone aus Zirkonoxid und/oder Lithiumdisilikat als rein keramische Versorgungsform. Die Krone aus Lithiumdisilikat kann, neben der Herstellung durch die Presstechnik, auch als vollständig aus einem Block gefräste Krone mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellt werden. Für aus Zirkonoxid bestehende Kronen wird ein Kappchen mittels CAD/CAM-Unterstützung gefräst und anschließend verblendet. Auch eine Fertigung des Abutments aus Titan ist möglich. Die mit dem Titanabutment genutzte Krone wird entweder ebenfalls aus den bereits beschriebenen Keramiken gefertigt oder aus Metall (Gold oder

eine nicht-Edelmetall-Legierung (NEM)). Wenn gewünscht, kann die Krone keramisch verblendet werden. Die Befestigung am Implantat erfolgt über die Verschraubung des Abutments und die anschließende Zementierung der Krone. Bei diesen zweiteiligen Restaurationen ist ebenso die Verschraubung der Krone möglich. Sie wird über eine zweite Halteschraube auf dem Abutment fixiert.

Die Befestigung kann auch durch direkte Verschraubung auf dem Implantat vorgenommen werden. In diesem Fall kann eine einteilige Kronenform genutzt werden. Ein separates Abutment wird in dem Fall nicht benötigt. Ebenso wie bei der Zementierung finden verschiedene Materialien Verwendung: Die „vollkeramische“ Variante wird im Kronen- und Abutmentanteil aus Zirkonoxid und/oder Lithiumdisilikat gefertigt und mit einer Titanbasis verklebt. Bei der Metallvariante wird ein Aufbau aus Krone und Abutment mit Schraubenkanal, aus Gold oder NEM gefertigt, die meist keramisch verblendet wird. Der Schraubenkanal verläuft bei beiden Varianten durch die Restauration hindurch und muss nach dem Festschrauben der Krone auf dem Implantat verschlossen werden.

Zur Wahl des Materials ist die Topographie des Implantates entscheidend. Im Frontzahnbereich bietet sich auf Grund der besseren Ästhetik eine keramische Versorgung an. Ein keramisches Abutment verhindert ein dunkles Durchschimmern von Metall im Bereich der Gingiva und der Krone. Die keramische Versorgung beugt zudem ein Freiliegen des Metallrandes bei einem eventuellen Zahnfleischrückgang vor. Im Seitenzahnbereich ist den stärker wirkenden Kaufkräften Rechnung zu tragen. Insbesondere bei der Verwendung eines Zirkonabutments sind dort häufig Komplikationen festzustellen (Carrillo de Albornoz et al. 2014).

Vollkeramische Kronen erzielen durch ihre Transluzenz im Gegensatz zu Kronen mit metallischer Basis anspruchsvollere Ergebnisse. Sie zeigen jedoch eine erhöhte Anfälligkeit für Chipping und müssen daher öfter als metallkeramische Kronen erneuert werden (Schwarz et al. 2012). Deshalb sollten sie lediglich für Patienten genutzt werden, für die eine Versorgung im Frontzahnbereich durchzuführen und der ästhetische Faktor maßgeblich ist.

Ob eine Verschraubung oder ein Zementieren die geeignetere Befestigungsform ist, wurde von Assenza et al. 2012 untersucht. In dieser Studie wurden die Anlagerungsmöglichkeiten von Bakterien bei Implantaten und Restaurationen ermittelt.

Es konnte festgestellt werden, dass in der geschraubten Verbindung bei 6 von 10 Implantaten eine Anlagerung von Bakterien stattgefunden hat. Bei der zementierten Gruppe konnte hingegen keinerlei Anlagerung festgestellt werden. Die bakterielle Anlagerungsmöglichkeit an der Versorgung ist für deren Überleben relevant, da Bakterien als der entscheidende Faktor für die Entstehung einer Periimplantitis zu sehen sind (Heitz-Mayfield und Lang 2010).

Auf der anderen Seite stehen Studien (Korsch et al. 2014, Wilson 2009) die zeigen, dass Periimplantitis häufig mit nicht vollständig entfernten Zementresten zu assoziieren ist. Bei etwa 81% der Implantate, die mittels einer zementierten Suprakonstruktion, versorgt wurden und eine Periimplantitis aufwiesen, konnten Zementreste nachgewiesen werden (Wilson 2009). Wie Agar (1997) untersuchte, kommt es bei der Zementierung ausdrücklich nicht darauf an, welcher Zement verwandt wurde, sondern lediglich die Tatsache, dass überhaupt Zementrückstände vorhanden waren. Zusätzlich wurden durch die Reinigung und Zemententfernung am Abutment Kratzer hinterlassen, was Ablagerungsmöglichkeiten von Bakterien ergänzend begünstigt.

Linkevicius et al. (2013) erforschten, ob bei Patienten mit einer parodontalen Erkrankung in der Vorgeschichte eine besondere Neigung zur Entwicklung einer zementassoziierten Periimplantitis besteht. Es zeigte sich, dass in der Gruppe der parodontal vorerkrankten Patienten bei allen Implantaten, bei denen sich Zementreste finden ließen, auch eine Periimplantitis entstand. In der Kontrollgruppe von Patienten mit Parodontitis in der Vorgeschichte, die mit verschraubten Abutments versorgt wurden, zeigte sich bei lediglich 1,08% eine Periimplantitis. Ein systematischer Review, in dem klinische Ergebnisse der beiden Befestigungsformen verglichen wurden, ergab eine höhere technische Komplikationsrate für verschraubte Versorgungen auf Implantaten. Jedoch wurde ebenfalls eine erhöhte biologische Komplikationsrate mit Knochenverlust  $> 2$  mm und Implantatverlust bei zementierten Aufbauten festgestellt (Sailer et al. 2012). Ein weiterer Nachteil der zementierten Befestigung ist sicherlich auch, dass eine Abnahme der Superkonstruktion nicht so einfach zu bewerkstelligen ist, wie es bei der Verschraubung der Fall ist. Defekte an der Restauration sowie eine evtl. erforderliche Behandlung einer Periimplantitis sind durch die Möglichkeit der Herausnahme der prothetischen Versorgung deutlich vereinfacht.

Ein in einigen Situationen dennoch entscheidender Faktor, der für die Zementierung von Implantaten spricht, ist die Möglichkeit durch individuell gefertigte Abutments

nicht optimal ausgerichtete Implantatachsen ausgleichen zu können. Bei diesem Verfahren treten deutlich seltener technische Komplikationen, wie Schraubenlockerung oder Verlust des Verschlusses des Schraubenkanals, auf. Auch bietet es durch die fehlende Öffnung des Schraubenkanals bessere ästhetische Ergebnisse. Die Vorteile sollten jedoch genau gegenüber den biologischen Komplikationen durch Zementierung im Seitenzahnbereich abgewogen werden - insbesondere bei parodontal vorerkrankten Patienten. Im Frontzahnbereich können Einzelkronen aus ästhetischen Gründen zementiert werden, wenn Zementreste gewissenhaft entfernt werden. Insgesamt kann damit festgehalten werden, dass die Verschraubung für den Großteil der vorzunehmenden Versorgungen das Mittel der Wahl darstellt, für den Einzelfall jedoch auch die Zementierung ihre Daseinsberechtigung hat.

Trotz der genannten Komplikationen ergaben sich für Einzelkronen auf Implantaten in einem Review von 2012 insgesamt sehr gute Überlebensraten (Jung et al. 2012). In der Review wurden Studien aus dem Zeitraum 2006-2011 integriert, die Einzelkronen auf Implantaten für einen Mindestbeobachtungszeitraum von 5 Jahren untersucht haben. 70 Studien wurden in Hinsicht auf Überlebens- und Komplikationsraten ausgewertet. Nach 5 Jahren zeigte sich eine Überlebensrate der Implantate mit Einzelkronenversorgungen von 97,2%, nach 10 Jahren von 95,2%. Überlebensraten des prothetischen Aufbaus lagen bei 96,3% (5 Jahre) bzw. 89,4% (10 Jahre). Periimplantärer Knochenverlust von >2mm wurde bei 5,2% der Implantate verzeichnet, technische Komplikationen traten bei 8,8% der Implantate auf.

In einzelnen Studien wurden auch durchaus höhere Erfolgsraten erzielt. 1999 untersuchte Scholander 183 parodontal gesunde Patienten und stellte hierbei an 259 Brånemark Einzelzahnimplantaten (230 in der Maxilla und 29 in der Mandibula) eine Erfolgsrate von 98,3% nach 8 Jahren fest. Auch Bianco et al. kamen 2000 zu einem ähnlich guten Ergebnis. Die Erfolgsrate an 214 parodontal gesunden Patienten mit 252 Brånemark-Implantaten und einem Untersuchungszeitraum von ebenfalls 8 Jahren lag bei 96%. Insgesamt zeigten sich gute Ergebnisse für Einzelzahnimplantate, die durch Langzeiterfolge den Einsatz dieser Versorgungsart rechtfertigen.

Die meisten Studien zum Überleben und Erfolg von Implantaten unterscheiden zwischen der Insertation in die Maxilla oder Mandibula mit dem Ergebnis, dass mehr Verluste in der Maxilla auftreten. Begründet werden diese Resultate durch den weniger

geeigneten Knochens des Oberkiefers mit dünner Kortikalis, das dort häufig geringere Knochenangebot und die dadurch bedingte Verwendung kürzerer Implantate (Chrcanovic et al. 2014). Ferner ließ sich ableiten, dass die Topographie des Implantates innerhalb des jeweiligen Kiefers die Überlebensrate zu beeinflussen scheint. Am häufigsten wurde eine höhere Verlustrate in den posterioren Regionen beider Kiefer festgestellt. Hier besteht vermehrt ein geringes Kochenvolumen, schlechtere Knochenqualität und eine dünnere und porösere kortikale Knochenschicht als in den anterioren Bereichen beider Kiefer. Hinzu kommen die im posterioren Bereich verstärkt auftretenden Kaukräfte (Chrcanovic et al. 2014).

### 1.1.2 Brücken

#### *rein implantatgetragene Brücke*

Bei rein implantatgetragenen Brücken handelt es sich um eine festsitzende Suprakonstruktion, die mindestens 2 Implantate miteinander verbindet und mindestens einen Zahn durch ein Zwischenglied oder einen Anhänger ersetzt (Abb. 1.2).



**Abb. 1.2 rein implantatgetragene Brücke**

In Frage kommen solche Versorgungen, wenn ein Ersatz jedes Zahns durch ein Einzelimplantat nicht erwünscht oder nicht möglich ist. Ursächlich kann unter anderem ein Mangel an Knochenangebot sein. Eine rein implantatgetragene Brücke wird sowohl bei einer verkürzten Zahnreihe, als auch in einer Schatlücke mit angrenzenden

gesunden Pfeilerzähnen angewendet. Eine mehrgliedrige Restauration und sogenannte Full-arch-Restaurationen, die den gesamten zahnlosen Kiefer überspannen sind ebenfalls möglich, wenn ausreichend Pfeiler gesetzt werden können.

Prinzipiell sind, ähnlich der Einzelkrone, unterschiedliche Materialien zur Herstellung der Brückenkonstruktion geeignet. Aus ästhetischen Gründen kann im Frontzahnbereich für kurzspannige Brücken auf Lithiumdisilikatkeramik oder Zirkonkeramik zurückgegriffen werden. Im Seitenzahnbereich herrschen höhere Kaukräfte, daher sollten kleinere Brücken aus der bruchsichereren Zirkonkeramik hergestellt werden. Mittels CAD/CAM aus Zirkonoxid gefertigte Full-arch-Gerüste, die keramisch verblendet waren, konnten in einer 2 bis 4 Jahres Studie eine 100%ige Überlebensrate und eine Chippingrate von 31% erzielen (Papaspolidakis und Lal 2013). Da noch zu wenige klinische Studien mit Langzeitergebnissen für eine vollkeramische Versorgung sprechen (Guess et al. 2012), sollten aber metallkeramische Versorgungen bevorzugt verwendet werden.

Auch für Brücken stellt sich die Frage der zu bevorzugenden Befestigung. Auf Grund der bei der Zementierung auftretenden höheren biologischen Komplikationsraten sollte besonders bei weitspannigen Brücken von einer Zementierung abgesehen werden (Sailer et al. 2012).

Der systematische Review von Pjetursson et al. von 2012 zeigt, dass festsitzende Brückenkonstruktionen eine hohe Überlebensrate aufweisen. Umfasst von diesem Review waren prospektive und retrospektive Studien sowie Fallserien mit einem Untersuchungszeitraum von mindestens 5 Jahren. Es ergab sich letztlich eine Überlebensrate von 95,6% nach 5 Jahren und 93,1% nach 10 Jahren. Dennoch wurden in diesem Review hohe Komplikationsraten festgestellt. Die am häufigsten beobachtete Komplikation war die Fraktur von Verblendmaterial (Chipping) (13,5%). Abutment oder Schraubenlockerung sowie der Retentionsverlust von zementierten Brücken kam ebenfalls vor. Bei 8,5% der Patienten wurde eine Periimplantitis oder eine andere Weichgewebekomplikation beobachtet. Insgesamt wiesen in einem fünfjährigen Beobachtungszeitraum nur 66,4% der Patienten keine Komplikationen auf.

Der 2012 von Heydecke et al. erstellte systematische Review umfasst neben Überlebensraten für Brücken auf 2 bis 4 Implantaten, die nur Teile des Kiefers überspannen, auch Überlebensraten für die Versorgung des zahnlosen Kiefers mit einer

feststehenden Brücke auf 4 bis 6 Implantaten (Full-arch). Es ergeben sich Überlebensraten von 98,9% nach 5 Jahren bis 97,8% nach 10 Jahren für Implantate unter Brücken, die Teile des Kiefers überspannen. Implantate in Full-arch Restaurationen der Mandibula erzielten Überlebensraten von 97,9% (5 Jahre) und 95,9% (10 Jahre), die der Maxilla 97,5% (5 Jahre) und 95,5% (10 Jahre). Es zeigen sich somit geringfügig bessere Werte für kurzspannigere Brücken. Auf Grund der guten Langzeitergebnisse können auch Full-arch Restaurationen auf 4 bis 6 Implantaten als Versorgungsform für den zahnlosen Kiefer in Betracht gezogen werden. Nach den oben bezeichneten Studien, dürften frühere Überlegungen, weitspannige Konstruktionen im Unterkiefer würden die natürliche, muskulär bedingte Deformation der Mandibula behindern und eventuell schädigende Spannungen im Implantat-Knochen-Interface herbeiführen (Richter 1999), zu überdenken sein.

Eine weitere Sonderform der Brücke ist die Brücke mit Anhänger. Die Ergebnisse von Implantaten in diesen Konstruktionen sind vergleichbar zu denen in konventionellen Endpfilerbrücken oder Einzelkronen (Aglietta et al. 2012).

Insgesamt weichen die Ergebnisse für feststehende Brückenkonstruktionen auf Implantaten nicht maßgeblich von denen der Einzelkronen auf Implantaten ab. Eine Entscheidung ob mehrere Einzelkronen oder eine Brückenkonstruktion zu bevorzugen ist, muss somit von anderen Faktoren abhängig gemacht werden. Bei der Wahl der richtigen Versorgung ist auf das (noch) vorhandene Knochenangebot, die finanzielle Leistungsbereitschaft sowie die motorischen Fähigkeiten des Patienten zu achten. Insbesondere Letzteres sollte wegen der adäquaten Reinigung der prothetischen Konstruktion einen hohen Stellenwert genießen.

### *Verbundbrücke*

Als Verbundbrücke wird eine Brücke bezeichnet, die als Pfeiler sowohl mindestens einen Zahn als auch mindestens ein Implantat umfasst. Durch diese feststehende Konstruktion werden Implantate und Zähne miteinander verblockt. Da Zähne und Implantate unterschiedliche Eigenschaften bezüglich Kinetik, Mobilität und Dämpfungsverhalten aufweisen, sind schlechtere Überlebensraten für diese Konstruktionen zu erwarten.

Bei einem Implantat fehlen die parodontalen Fasern, die einen Zahn im Knochen verankern. Aufgrund dessen verhält sich ein natürlicher Zahn in vielerlei Hinsicht



anders als ein osseointegriertes Implantat. Die physiologisch mögliche Auslenkung eines Zahnes unterteilt sich in 2 Formen: Die initiale Zahnbeweglichkeit und die sekundäre Zahnbeweglichkeit. Die initiale, desmodontale Zahnbeweglichkeit tritt bei einer Belastung von etwa 1 N in orofazialer Richtung auf. Die desmodontalen Fasern des Halteapparates werden gespannt. Die dadurch mögliche Bewegung liegt, abhängig vom Zahn, bei etwa 0,05 mm bis 0,1 mm. Die sekundäre parodontale Zahnbeweglichkeit tritt etwa bei 5 N Belastung auf und beruht auf einer elastischen Deformation des Alveolarfortsatzes. Die Auslenkung vergrößert sich auf 0,06 - 0,15 mm (Mühlemann 1967). Ein Implantat dagegen ist fest im Knochen verankert, weshalb ihm die Flexibilität des Zahnes fehlt. Dies hat zur Folge, dass die auf das Implantat wirkende Kraft direkt an den Knochen weitergeleitet werden und, anders als beim Zahn, nicht vom Faserapparat abgefangen bzw. gemildert wird. Durch das stärkere Einsinken des mit der Brücke verbundenen Zahns entsteht eine Kippbewegung am Implantat. An dieser Stelle wirken vermehrte und teilweise extraaxiale Kräfte.

Nicht nur hinsichtlich der Beweglichkeit lassen sich Unterschiede feststellen. Auch in der Innervation von Zahn und Implantat, gibt es Abweichungen. Der Zahn besitzt sowohl parodontale Mechanorezeptoren, die Druck und Bewegung verspüren als auch intradentale Nozizeptoren, die auf thermische, chemische oder mechanische Reize mit dem Auslösen eines Schmerzreizes reagieren. Mit der Extraktion des Zahnes gehen diese Funktionen verloren (Mason und Holland 1993). Durch die Osseointegration eines Implantats soll ein Teil der Sensorik wieder zurückgewonnen werden können. Dieses Phänomen wurde als „Osseoperception“ (Feine et al. 2006) beschrieben. Neurophysiologische Untersuchungen haben gezeigt, dass nach mechanischer Stimulation von Frontzahnimplantaten, wie auch bei Frontzähnen, eine Aktivierung des sensorischen Kortex im Gehirn erfolgte (Habre-Hallage et al. 2010, 2012). Histologisch konnten freie Nervenenden im Knochen-Implantatinterface in einiger Distanz festgestellt werden (Rowe et al. 2005). Es besteht somit bei Implantaten eine eingeschränkte Wahrnehmung für mechanische Reize.

In einem systematischen Review aus 2004 wurden 13 prospektive und retrospektive Studien, mit einem Untersuchungszeitraum nach Implantation von mindestens 5 Jahren, resümiert. Hiernach war die Überlebensrate von Implantaten in zahn- und implantatgetragenen Brücken mit 90,1% nach 5 Jahren und 82,1% nach 10 Jahren festzustellen. Zähne und Implantate gingen bei dieser Konstruktion etwa gleich häufig

verloren (Lang et al. 2004). In einem weiteren Review, der vom selben Autorenteam verfasst wurde, werden Überlebensraten von rein implantatgetragenen Brücken ermittelt (Pjetursson et al. 2004a). Da mit ähnlichen Kriterien, unter denen die Studien ausgewählt wurden, gearbeitet wurde, können ihre Ergebnisse verglichen werden. Es zeigten sich niedrigere Überlebensraten für die Verbundbrücke als für die rein implantatgetragene Brücke. Die 5 Jahres Überlebensrate für Verbundbrücken war 5,5%-Punkte und die 10 Jahres Überlebensrate 8%-Punkte niedriger (Pjetursson et al. 2004a, Lang et al. 2004).

In ersten Untersuchungen 1987 von Strub et al. an kombinierten implantat- und zahnetragenen Brücken zeigten sich Überlebensraten von nur 71,9%. In dieser Studie wurden Implantate über einen durchschnittlichen Zeitraum von 5 Jahren beobachtet. Untersuchungen von Åstrand et al. (1991) zeigten, dass Verbundbrücken einer rein implantatgetragenen Versorgung gleichzusetzende Ergebnisse erzielen. Der zugrundgelegte Beobachtungszeitraum betrug hierbei allerdings auch lediglich zwei Jahre. Auch Naert et al. kamen 1992 zu einer Überlebensrate von 96,1% für die Lokalisation im Ober- und 95,9% für die im Unterkiefer nach 6 Jahren Beobachtungszeit. Eckert und Wollan (1998) untersuchten im Rahmen einer Retrospektivstudie 1170 Implantate an 445 Patienten. Hier betrug die Überlebensrate nach 5 Jahren ebenfalls 96%.

Es ist somit möglich, über einen kürzeren Beobachtungszeitraum mit einer Verbundbrücke gute Ergebnisse zu erzielen. Dennoch sollten Verbundbrücken nicht der Standard werden und nur in ausgewählten Fällen angewandt werden. Der Vorzug sollte den rein implantatgetragenen Brücken gelassen werden.

### **1.1.3 Herausnehmbare Suprakonstruktionen**

Für die Versorgung des zahnlosen Kiefers besteht, neben der konventionellen Totalprothese und der festsitzenden Implantatbrücke, ferner die Möglichkeit, eine herausnehmbare Prothese auf Implantaten zu verwenden. Als Halteelemente zur Wahl stehen Druckknöpfe, Locatoren, Stege, Magnete oder Teleskopkronen.

Für eine herausnehmbare Versorgung sprechen zunächst die bessere Hygienefähigkeit und Erweiterbarkeit. Insbesondere im Oberkiefer kann durch Implantate die

Gaumenfreiheit einer herausnehmbaren Prothese ermöglicht werden. Dadurch lässt sich, verglichen mit einer konventionellen Totalprothese, ein höherer Tragekomfort und ein verbessertes Geschmacksempfinden erreichen.

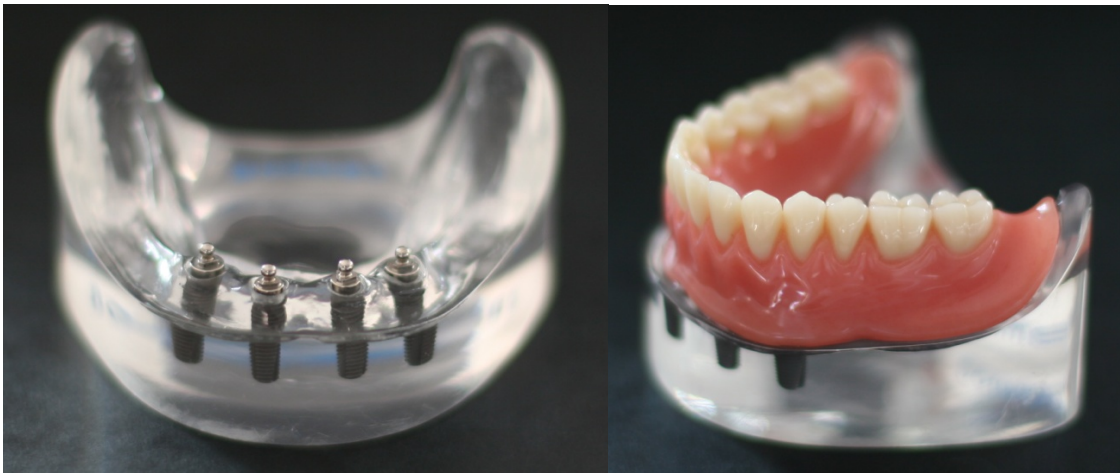
Der zahnlose Unterkiefer ist ebenfalls eine häufig durch Implantate versorgte Situation. In der Regel stellt der atrophierte Kieferkamm keinen hinreichenden Halt für eine Prothese dar, der mittels Implantate hingegen erreicht werden kann. Die Sicherung der Prothese durch zusätzliche implantatgetragene Halteelemente führt zu einer Verbesserung der Patientenzufriedenheit und zu mehr Selbstvertrauen der Patienten bei sozialen Interaktionen (Pan et al. 2014), sodass auch den psycho-sozialen Bedürfnissen des Patienten Rechnung getragen werden kann.

Implantatgestützte Restaurationen bewirken eine Kaudruck- und Kaueffizienzsteigerung gegenüber Totalprothesen (Lindquist und Carlsson 1985, Lindquist et al. 1986, Geertman et al. 1996). Langzeitstudien von Totalprothesen zeigen, dass die rein tegumentale Lagerung einen Knochenabbau bewirkt (Tallgren 1972). Der Abbau zeigt sich besonders in den ersten Jahren des Tragens.

Tymstra et al. (2011) kamen hingegen zu dem Ergebnis, dass keine signifikanten Kausalität hinsichtlich der gewählten Versorgungsart und der Alveolarkammresorption besteht. Es wurden in dieser Studie 30 Patienten mit einer Prothese auf 2 Implantaten gelagert, 30 Patienten mit einer Prothese auf 4 Implantaten gelagert und 60 Patienten mit einer konventionellen Totalprothese über einen Zeitraum von 10 Jahre hinweg untersucht. Gleichwohl bei dieser Betrachtung keine Abweichungen der Alveolarkammresorption festzustellen waren, zeigt das subjektive Empfinden der Patienten einen erheblich verbesserten Tragekomfort und damit die Überlegenheit der implantatgetragenen Prothese gegenüber der Totalprothese (Boerrigter et al. 1995).

### 1.1.3.1 Druckknopf

Der Druckknopf (Knopfanker) ist ein System aus Patrize und Matrize. Die Patrize ist eine Metallkugel mit einem Durchmesser von 2,25mm, die am Implantat verschraubt wird (Abb.1.3). Die Matrize befindet sich in der Prothese und besteht aus einer Hülse, die über die Kugel schnappt. Dies gewährleistet den notwendigen Halt.



**Abb. 1.3 Druckknöpfe auf 4 Implantaten**

Ein Kugelkopfattachment, das für alle gängigen Implantatsysteme hergestellt wird, ist Dalbo-Plus (Cendres et Métaux, Biel). Bei diesem System bestehen Patrize und Matrize aus Titan. In die Matrize wird zusätzlich ein Lamellenretentionseinsatz aus einer Goldlegierung eingeschraubt, der zur Regulierung der Haftung dient. Die Regulierung wird durch einfaches Hinein- und Herausdrehen des Einsatzes vorgenommen. Dies hat zur Folge, dass bei einem eventuellen Haftkraftverlust ohne großen Aufwand nachjustiert werden kann. Die Titankugel und der Lamellenretentionseinsatz können im Falle eines vorzeitigen Verschleißes leicht ausgetauscht werden.

Vorteilhaft ist hier in erster Linie die geringe Größe des Halteelements. Die Höhe der beiden Teile beträgt ca. 5 mm, die Breite nur 3,5mm. Weitere Vorteile bestehen in der einfachen Handhabung für den Patienten und den geringen Kosten, die für die Herstellung der Versorgung entstehen. Zudem spricht die verbesserte Hygienefähigkeit von Druckknöpfen für dieses Modell. Im Gegensatz zur Stegkonstruktion ist die Reinigung bauartbedingt beim Druckknopf erleichtert. Dadurch ergibt sich eine

geringere Rate an Weichgewebsentzündungen um die Implantate (Cordaro et al. 2013). Als nachteilig zu bewerten ist, dass eine gewisse Parallelität zwischen den gesetzten Implantaten eingehalten werden sollte, da sonst ein gleichmäßiges Aufsetzen und die gemeinsame Einschubrichtung der Matrizen auf die Patrizen von mehreren Implantaten nicht gewährleistet werden kann. Das beschriebene Dalbo-Plus-System kann eine Achsabweichung der Implantate von bis zu 20° ausgleichen, da es möglich ist die Matrizen mit einer gleich ausgerichteten Einschubrichtung in die Prothese einzupolymerisieren. Im Rahmen der Nachsorge ist dann allerdings zu beachten, dass die Matrizen regelmäßig in einem gewissen Neigungswinkel auf die Patrize geklickt und abgenommen werden. Dadurch wird ein rascher Verschleiß des Materials begünstigt, was wiederum zu einem erhöhten Nachsorgeaufwand führt.

Der Review von Kim et al. (2012) integrierte 24 Studien, die unterschiedliche Attachmentsysteme verglichen haben. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass alle Systeme hohe Überlebensraten zeigten. Für den Knopfanker ergab sich eine Überlebensrate der Implantate von 96-100%.

Weitere Studien zeigen, dass in Hinsicht auf Überlebensraten, Implantatmobilität und Periimplantitis eine Versorgung mit Knopfankern vergleichbare Ergebnisse erzielt wie die Vergleichsgruppen. Als Vergleichsgruppen wurde zum einen eine Gruppe gewählt, die mittels Teleskopkronen versorgt war (Krennmair et al. 2006, Watson et al. 1998), in einer weiteren Studie, eine Gruppe, die mittels Dolderstegen versorgt war (Naert et al. 1997). In allen Studien war eine signifikant höhere Rate an technischen Komplikationen und erhöhter Nachsorgeaufwand festzustellen. In der Studie von Watson et al. (1998) ging die erforderliche Nachsorge soweit, dass die Druckknopfmatrizen jährlich ersetzt werden mussten.

Insgesamt zeigt sich, dass es sich bei dem Druckknopfattachment um eine Versorgung mit größerem technischen Nachsorgeaufwand und hohem Verschleißpotential handelt.

### 1.1.3.2 Locator

Der Locator setzt sich zusammen aus dem Abutment als Patrize auf dem Implantat sowie der Matrize in der Prothese (Abb. 1.4).



**Abb. 1.4 Locatoren auf 4 Implantaten**

Das Abutment besteht aus einem horizontalen, ringförmigen Retentionsanteil (der eigentlichen Patrize), einer transmukosalen Manschette und dem Schraubenabschnitt, der direkt mit dem Implantat verbunden wird. Es wird aus Titan gefräst und die Oberfläche mit einer Titannitritschicht (TiN) überzogen (Büttel et al. 2009). Die Matrize besteht aus einer Stahlhülse, die in die Prothesenbasis einpolymerisiert wird und austauschbaren Nylon-Retentionseinsätzen, die in diese Stahlhülse hinein geklickt werden. Die Retentionseinsätze gibt es in 2 unterschiedlichen Varianten. Die regulären Einsätze weisen mittig einen zylinderförmigen Einsatz auf, der in den ringförmigen Teil der Patrize hineingreift. In Fällen, in denen eine Implantatachsneigung von über 10° kompensiert werden muss, können zusätzliche Einsätze verwendet werden, die ohne eine Ausstülpung ausgestattet sind. Laut Mahajan und Thakkur (2013) können mit diesem System in Extremsituationen bis zu 40° Angulation und nach Stephens et al. (2014) 20° ohne erkennbaren Einfluss ausgeglichen werden.

Der klinische Vorteil des Locators gegenüber dem Druckknopf besteht, neben der Möglichkeit auch stärker divergierende Pfeiler zu versorgen, in der geringen Höhe von minimal 2,4 mm. Die Breite beträgt 5,5 mm im Durchmesser. Hinzu kommt eine geringere Rate an Komplikationen gegenüber einer Retention durch einen Druckknopf

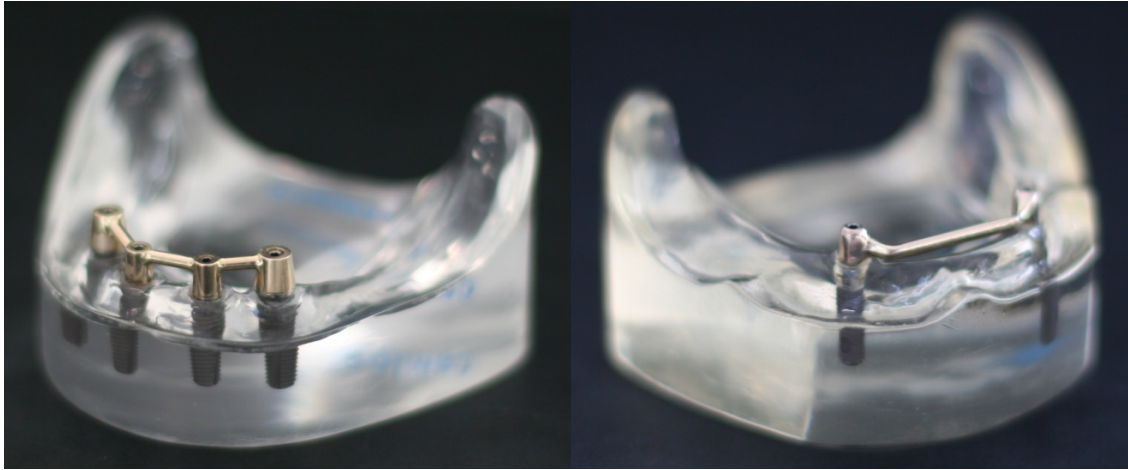
oder einem Steg. Das Halteelement ist gut retentiv und zeigt eine lange Lebensdauer. Eine Reparatur oder ein Retentionsverlust kann, wegen der austauschbaren Retentionseinsätze und dem verschraubten Abutment, schnell und einfach vorgenommen werden (Büttel et al. 2009).

Zou et al. zeigten 2013, dass die klinischen Vorteile des Locators gegenüber der Teleskopkrone und dem Steg vor allem in der peri-implantären Hygienefähigkeit, der Häufigkeit der benötigten prothetisch betreuenden Maßnahmen, den Kosten und der Einfachheit der Reparationen liegen. In dieser 3-Jahres-Studie zeigte sich bei allen 120 Implantaten eine Überlebensrate von 100%. Für den periimplantären Knochenverlust konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Halteelementen festgestellt werden. Plaque-, Blutungs- und Gingivaindex zeigten sich vorteilhaft für den Locator.

Mehrere Studien erzielten sogar mit nur einem medianen Implantat mit Druckknopf oder Locator in der Mandibula eine hohe Patientenzufriedenheit und eine Verbesserung der Kaueffizienz (Passia und Kern 2014, Cheng 2012, Harder et al. 2011). Allerdings sollte diese Variante nur bei älteren Patienten und mit strenger Indikation in Erwägung gezogen werden.

### **1.1.3.3 Steg**

Ein Steg verbindet und verblockt mindestens 2 Implantate miteinander. Er hat einen runden, ovalen oder parallelisierten Querschnitt und besteht aus Metall (Abb.1.5). Der Steg wird über Schrauben direkt am Implantat befestigt. Im abnehmbaren Teil der Prothese befindet sich der Stegreiter. Der Teil des Sekundärgerüsts ist und aus Gold oder aus einer nicht-Edelmetall-Legierung (NEM) besteht.



**Abb. 1.5 Steg auf 4 und auf 2 Implantaten**

Der Steg kann unterschiedliche Retentionsvarianten als Halteelement einer Prothese bieten. Je nach Form des Steges entsteht entweder eine Verbindung, die eine Rotation zulässt und somit als Steggelenk bezeichnet werden kann oder ein Steggeschiebe.

Das Steggelenk wird bei der Versorgung von 2 Implantaten angewendet, die meist im interforaminären Bereich eingebracht werden. Mit einem ovalen oder runden Querschnitt wird die Rotation um die Achse des Stegs und eine tegumentale Einlagerung der Prothese im dorsalen Bereich des Kiefers ermöglicht. Eine Besonderheit stellt der Doldersteg dar. Dieser weist einen ovalen Querschnitt und einen Resilienzraum auf. Die Versorgung von 2 Implantaten mit einem Steg wird nur noch selten angewendet, da inzwischen einfachere Versorgungskonzepte, wie der Locator, zur Verfügung stehen.

Das Steggeschiebe ist parallelwandig, wobei der Halt über die entstehende Friktion erreicht wird. Eine Rotation ist so nicht möglich. Es handelt sich daher um eine starre Lagerung der Prothese. Die entstehenden Kräfte werden so auf die einzelnen Pfeiler übertragen. Parallelisierte Steggeschiebe werden auf 4 oder mehr Implantaten angewendet. Die Herstellung solcher Stegversorgungen erfolgt im Gussverfahren. Alternativ werden sie mittels CAD-/CAM-Unterstützung gefräst.

Die gegossene Variante besteht aus einer hochgoldhaltigen Legierung. Allerdings ist durch den Guss eine geringe Passungsungenauigkeit nicht auszuschließen. Besonders beim Steg kann das zu Problemen führen, da größere Distanzen überbrückt werden



müssen und schon geringste Abweichungen über die Länge der Konstruktion erhebliche Auswirkungen haben können. Die Fräsung ist ein neueres Verfahren zur Herstellung. Verwendete Materialien sind in erster Linie Titan oder eine NEM-Legierung, die den Vorteil der Kostenersparnis gegenüber der zu gießenden Goldlegierung haben. Durch die computergesteuerte Fräsung werden Ungenauigkeiten minimiert und die Passgenauigkeit erhöht. Bei der Herstellung des Steges durch das Fräsen werden zudem hitzebedingte Materialschrumpfung oder der Einschluss von Lunkern während des Gusses umgangen.

Durch eine Stegversorgung erreicht man eine erhöhte initiale Stabilität, da die miteinander verblockten Implantate sich gegenseitig Halt geben. Raghoobar et al. (2014) zeigten in ihrer Studie, dass die Implantatüberlebensrate höher ist, wenn die Prothesen von 6 oder mehr Implantaten getragen werden, die über Stege miteinander verbunden sind. Verglichen wurde mit Versorgungen auf 4 oder weniger Implantaten ohne Stegverbindung.

Diskutiert wird auch, ob eine Anwendung auf 4 Implantaten, die über 3 Stege verbunden sind, sinnvoll ist. Denn häufig findet sich besonders im posterioren Kieferanteilen ein schlechteres Angebot an Knochen. Das erschwert eine Implantation in diesem Bereich oder macht es gar unmöglich 6 Implantate zu setzen. Studien zeigen, dass auch auf 4 Implantaten mit 3 Stegen eine gleichmäßige Belastung der Pfeiler erzielt werden kann (Rangert et al. 1989, Falk 1990).

Die Verblockung der Implantate birgt nicht nur den Vorteil der initialen Stabilisierung, sondern kann auch Druck- und Zugspannungen an Implantaten hervorrufen. Bei atrophierten Knochen ist die Eigenmobilität der Mandibula erhöht. Bereits das Verblocken von 4 Implantaten im Unterkiefer kann, besonders bei Ungenauigkeiten in der Passung, Spannungen an den Implantaten hervorrufen und zu schlechteren Prognosen für das Implantat führen (Jäger und Wirz 1994). Ein weiterer entscheidender Nachteil des Stegs ist die schlechtere Reinigungsfähigkeit. Besonders periimplantäre Bereiche sind schwer zugänglich und benötigen ein gewisses Geschick des Patienten.

Der Steg ist ein sicheres Halteelement und zeigt, verglichen mit anderen Versorgungen, weniger technische und dafür vermehrt biologische Komplikationen. Als technische Komplikationen zeigten sich in der Studie von Naert et al. (1997) erforderliche Unterfütterungen (23%), Lösen des Retentionsclips (10%) und in 7% der Fälle nötige

Erneuerungen der Prothese. Der Studie lag ein Beobachtungszeitraum von bis zu 9 Jahren zugrunde. Meistens handelt es sich bei biologischen Komplikationen um eine Gingivahyperplasie unter dem Steg (Bressan et al. 2012), was auf die erschwerte Reinigungsfähigkeit in diesem Bereich zurückgeführt wird.

Der Review von Kim et al. (2012) ergab eine Implantatüberlebensrate von 95,8 – 97,5%. Dass der Steg auf Implantaten gute Langzeitergebnisse liefert wiesen Spiekermann et al. schon 1995 nach. In diesem Rahmen wurden in einer Retrospektivstudie 136 Patienten untersucht, die mit Stegen auf interforaminären Implantaten versorgt wurden. Die Überlebensrate für diese Implantate lag bei über 90%. Beschreibt man den Misserfolg mit einem Attachmentverlust von über 4 mm, lag der Misserfolg, je nach Implantatsystem, bei 83% - 97%. Auch Jemt et al. untersuchten 1996 über 5 Jahre Patienten mit Brånemark-Implantaten, die über einen Steg miteinander verbunden waren. Hierbei zeigte sich eine deutlich höhere Erfolgsrate für Implantate im Unterkiefer (94,5%) als für Implantate im Oberkiefer (72,4%). Jemt et al. führten den Unterschied auf die teilweise im Oberkiefer ungenügende Knochenqualität und -quantität der Patienten zurück. Es zeigt sich, dass die Indikation für Implantate als Pfeiler im Oberkiefer bei ungenügendem Knochenangebot streng gestellt werden sollte.

#### **1.1.3.4 Magnet**

Bei diesem Halteelement erfolgt die Retention über die Haftwirkung von 2 Magnetpolen. Es befindet sich sowohl ein Magnet am Implantat, häufig innerhalb eines aufschraubbaren Implantat-Sekundärteils, als auch ein passender Gegenpol im Prothesengerüst (Abb.1.6).



**Abb. 1.6 Magnete auf 4 Implantaten**

Die anfänglich aufgetretenen Probleme der mangelnden Korrosionsbeständigkeit wurden durch das Steco-System (D-Hamburg) gelöst. Hierbei werden die Magnete komplett in geschlossene Titangehäuse gebettet (Block et al. 1990). Die Kontaktflächen zwischen den Magneten sind meist zu einer leichten Kugelkalotte geformt, sodass Mikrobewegungen unter Funktion möglich sind. Ähnlich wie beim Druckknopf und dem Locator weisen Magnete eine gute Reinigungsfähigkeit auf. Das Handling ist einfach und auch für motorisch eingeschränkte Patienten gut geeignet.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass bestehende Totalprothesen mit diesem System sehr einfach in eine Coverdenture, auf beispielsweise 2 Implantaten gelagert, umgewandelt werden können. Nach dem Setzen und Einheilen der Implantate wird der Magnet anschließend auf das Implantat aufgeschraubt. Der Gegenpol wird nach Ausschleifen der Prothese einfach in die Prothese unter Zusammenbiss einpolymerisiert. Diese Schritte sind ohne Aufwand eines Zahntechnikers in der Praxis vom Zahnarzt selbst durchführbar. Allerdings bietet der Locator ebenfalls diese Möglichkeit.

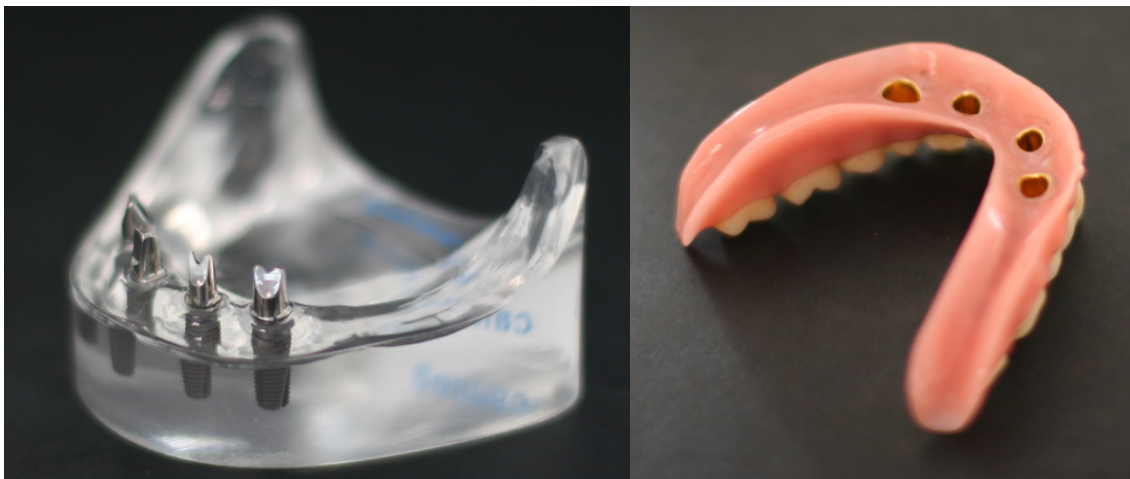
Kim et al. (2012) kamen in ihrem Review zu einer Implantatüberlebensrate von 91,7% und damit zu dem im Vergleich niedrigsten Wert für Implantate mit Magnetversorgung. Als problematisch am Magnet als Halteelement von Hybritprothesen, zeigte sich, dass der Behandler vorab abschätzen muss, welche Kräfte auf die Prothese wirken werden, um zu bestimmen, ob eine Magnetverankerung ausreichend Retention bieten kann. Eine spätere Anpassung oder Verstärkung der Haltekraft ist konstruktionsbedingt nicht möglich.

### 1.1.3.5 Doppelkrone

Unter einer Doppelkrone versteht man ein Halteelement, das aus 2 ineinander passenden Kronen besteht.

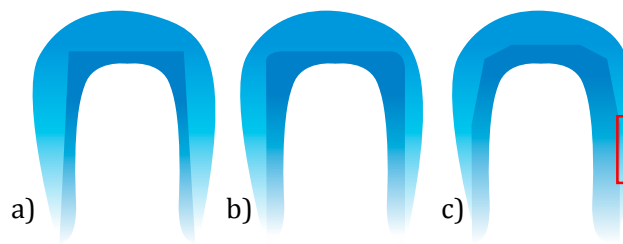
Die Doppelkrone besitzt ein breites Indikationsfeld für unterschiedliche Lückengebissituationen. So ist es mit Doppelkronen möglich, einen Pfeilerausgleich bei ungleicher Einschubrichtung für eine fest zu zementierende Brücke zu schaffen. Primär findet sie jedoch Verwendung in der herausnehmbaren Prothetik. Für diese Versorgungen wird der Zahn zu einem Stumpf beschliffen. Im Anschluss wird im Labor eine Primärkrone gefertigt und auf dem Zahnstumpf befestigt. Die Sekundärkrone, die passgenau zum Primärteil konstruiert wird, befindet sich in der herausnehmbaren Prothese.

Doppelkronen können auch auf Implantate aufgebracht werden. Ein stumpfähnliches Abutment wird hierzu auf das Implantat aufgeschraubt (Abb.1.7). Ein entscheidender Vorteil der Doppelkrone als Halteelement ist, dass Zähne und Implantate kombiniert genutzt werden können. So kann ferner eine Pfeilervermehrung im stark reduzierten Lückengebiss geschaffen werden.



**Abb. 1.7 Doppelkronen auf 4 Implantaten**

Im Einzelnen existieren die parallelwandigen Teleskopkronen, die Konuskronen, Doppelkronen mit Resillienz und Doppelkronen mit Spielpassung (Abb.1.8). Letztere finden Halt durch ein zusätzliches Halteelement wie den TK-Snap (Marburger Doppelkrone). Körber hat 1988 Doppelkronen nach dem Kronenanteil, der Form der Doppelkrone und dem Haftmechanismus unterteilt und deren Haftkraft untersucht.



**Abb. 1. 8 Doppelkronen** a) Konuskrone: Halt über Verkeilung b) Teleskopkrone: Halt über Friktion c) Doppelkrone mit Spielpassung: Halt über zusätzliches Halteelement (nach Wenz et al. 2008)

Ein parallelwandiges Zylinderteleskop bezieht seinen Halt durch Friktion. Die Friktion ist umso größer, je größer die in Kontakt stehende Fläche ist. Die Konusform (Körber 1968) hält durch die Verkeilung. Für den Halt dieses System ist der Konuswinkel entscheidend (Gungor 2004). Je parallelwandiger der Konus gestaltet wird, desto größer ist dessen Haftkraft. Es sollte ein Konuswinkel (Winkel zwischen den Außenwänden gemessen und halbiert) von  $6^{\circ}$ - $8^{\circ}$  angestrebt werden, um so optimale Kräfte zum Abziehen der Sekundärkrone zu gewährleisten. Diese Kräfte liegen bei 8-10 N. Laut Körber besteht der Vorteil gegenüber den parallelwandigen Teleskopkronen in der durch den Konuswinkel einstellbaren Haftkraft, der geringeren Abnutzung der Wände und einem damit einhergehenden geringeren Haftkraftverlust. Hinzu tritt eine vereinfachte Handhabung für den Patienten. Eine Teleskopkrone mit Resillienz, die Graber 1966 vorstellte, besitzt den Vorteil, dass sich die gesamte Prothese, gemäß der physiologischen Resilienz der tegumentalen Lagerung, in die Schleimhaut einlagern und so einer Überbelastung der Pfeiler entgegenwirken kann. Die Kräfte werden vor allem von der Schleimhaut absorbiert. Dies ermöglicht der okklusale Spalt zwischen Primär- und Sekundärkrone. Es kommt zum Ineinandergleiten der Kronen bei Belastung

und dadurch zur Verkleinerung des Spaltes. Erst wenn der Resilienzraum aufgebraucht ist, werden die Kräfte auf den Zahn übertragen (Behr et al. 2000). Eine Teleskopkrone mit Resillienz findet Anwendung, wenn eine Prothese zu weiten Teilen tegumental gelagert ist, also bei Coverdenture-Prothesen im stark reduzierten Lückengebiss.

Die Marburger Doppelkrone ist eine Doppelkrone mit Spielpassung und zusätzlichem Halteelement. Die Primärkrone ist nur im apikalen Drittel parallel zur Sekundärkrone gestaltet. Die Passung besteht ohne Friktion oder Verkeilung, die Retention wird durch ein zusätzliches Halteelement, wie einem TK-Snap der Firma Si-tec (Gevelsberg) erzielt. Hierbei wird eine kleine rechteckige Aussparung im Inneren der Sekundärkrone integriert. In die Aussparung wird ein rechteckiger elastischer Kunststoffkasten mit Titankugel (TK-Snap) eingesetzt. Er rastet beim Aufsetzen in eine, in der Primärkrone befindliche, Fräsung ein, ähnlich wie ein Federbolzen (Wenz und Lehmann 1998). Als Material wird vorwiegend eine Cobalt-Chrom-Molybdän (Co-Cr-Mo) Legierung gewählt. Bei Implantaten kann auch Titan verwendet werden (Wenz und Lehmann 1998). Besonders vorteilhaft ist, der Umstand, dass das Weichgewebe um das Implantat frei von auslaufenden Kunststoffschlätteln gehalten werden kann.

Doppelkronen zeigen als positive Eigenschaften bei Zähnen eine gute körperliche Fassung, eine Krafteinwirkung entlang der Pfeilerachse und dadurch eine physiologische Pfeilerbelastung, die dem Knochenabbau entgegen wirkt (Körber 1969, 1988). Ebenso erfüllen sie Stütz-, Halte-, Führungs-, Kippmeider- und Schubverteilungsfunktion. Doppelkronen zeigen eine recht einfache Handhabung und ermöglichen auch motorisch eingeschränkten Patienten einen leichten Umgang mit der Prothese. Die Hygienefähigkeit ist im Vergleich zum Steg ebenfalls sehr gut. Eine doppelkronenretinierte Prothese ist außerdem direkt in der Praxis erweiterbar. Bei ausreichendem Halt über restliche Pfeiler kann bei Verlust eines Pfeilers die Sekundärkrone mit Kunststoff aufgefüllt werden. So kann auf eine aufwendige Umgestaltung oder eine Neuherstellung des Zahnersatzes im Labor verzichtet werden. Zu dieser Erkenntnis kamen auch Eitner et al. 2008. Bei ihrem Vergleich hatte der Implantatverlust unter einer Prothese mit einer Stegkonstruktion eine Neuherstellung der prothetischen Versorgung zur Folge. Im Gegensatz hierzu konnte die Doppelkronenversorgung ohne Neuimplantation angepasst werden (Eitner et al. 2008).

Jedoch sind die ästhetischen Möglichkeiten bei einer Doppelkronenversorgung oft eingeschränkt (Körber 1988). Häufig ist eine Überkonturierung, besonders bei

natürlichen, vitalen Zähnen, nicht zu vermeiden. Ein hoher Abtrag von Zahnhartsubstanz ist nötig um ästhetisch ansprechend arbeiten zu können (Weaver 1989). Bei Doppelkronen auf Implantaten ist dies hingegen meistens kein Problem.

Als Nachteil wird die Problematik aufgeführt, wie bei Haftkraftverlust zu verfahren ist. Soweit dieser bei Teleskopen auftritt, die lediglich über Friktion oder Verkeilung halten, besteht eine große Schwierigkeit darin, diese wieder herzustellen (Minagi 1999). Um dem Vorzubeugen, sollten weitere Halteelemente eingebracht werden, die bei Bedarf zum tragen kommen und eine Haftkraftverstärkung im Nachhinein ermöglichen (Ohkawa et al. 1990, Stark 1995). Hinzu kommt, dass die Herstellung von Doppelkronen eine gewisse Erfahrung des Technikers voraussetzt und die Versorgung sich kostenintensiver als der vergleichbare Locator zeigt.

Überlebensraten von Implantaten mit Doppelkronen als Halteelement zeigen sich in Reviews von Verma et al. (2013) und Koller et al. (2011) zwischen 97% und 100%. Die Überlebensrate der herausnehmbaren Prothese lag bei 100% nach einer Beobachtungszeit von 3 bis 10,4 Jahren (Verma et al. 2013) und zwischen 95% und 100% nach 9 bis 10,4 Jahren (Koller et al. 2011). Als auftretende technische Komplikationen ist in erster Linie die Dezementierung von Primärkronen und das Abplatzen von Verblendungen (Verma et al. 2013) zu benennen.

### **1.3 Ziel der Arbeit**

Ziel dieser Studie ist es, die Implantatüberlebensrate und Erfolgsrate der Implantate sowie die Häufigkeit des Auftretens von Mukositis und Periimplantitis bei Patienten mit einer generalisierten aggressiven Parodontitis zu zeigen. Die im Rahmen der Studie untersuchten Patienten sind mit Doppelkronen auf Implantaten versorgt worden. Als Risikofaktoren sollen Geschlecht, Alter, Implantattopographie, Material des Teleskops, Versorgungsart, Knochenqualität und –quantität, Augmentation und die Implantatlänge erfasst und bewertet werden.



## **2. Material und Methode**

### **2.1 Patienten**

Im Rahmen dieser Arbeit wurden sechzehn Patienten des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Philipps Universität, Marburg mit einer Gesamtzahl von 95 Implantaten untersucht. 83 der Gesamtimplantate waren mit einer Doppelkronenversorgung versehen (Tab. 2.1). Bei allen Patienten wurde zuvor eine generalisierte aggressive Parodontitis (GAgP) (Armitage 1999, Page et al. 1983) diagnostiziert. Die Patienten befanden sich zum Zeitpunkt der Implantation im Alter von 29 bis 74 Jahren (Durchschnitt 51,7 Jahre). Sie wiesen zum Zeitpunkt der Implantation keine systemische Erkrankung (z.B. Diabetes mellitus), psychische Störungen oder Myoarthropathie auf. Bei einer Patientin wurde 3 Jahre nach Implantation eine Osteoporose diagnostiziert. Die Patienten nahmen keine Medikamente wie Immunsuppressiva oder Antibiotika regelmäßig ein und waren weder in (Kiefer-) orthopädischer Behandlung noch schwanger. Es wurden 21 Prothesen – 10 rein implantatgetragen, 11 kombiniert zahn- und implantatgetragen – untersucht. In den Oberkiefer wurden 60 Implantate gesetzt, davon 37 im anterioren und 23 im posterioren Bereich. 23 Implantate wurden im Unterkiefer implantiert, 16 hiervon im anterioren und 7 im posterioren Bereich (Tab. 2.1). Zur Versorgung der Patienten wurden Implantate der Marken Osseotite (3i, West Palm Beach, Florida, USA), Nobel Replace (Nobel Biocare, Zürich, Schweiz), Brånemark (Nobel Biocare, Göteborg, Schweden) und Core-Vent (Core-Vent Corporation, Las Vegas, Nevada, USA) verwendet. Die Implantate sind zwischen 8,5 mm und 18 mm lang und besitzen Durchmesser von 3,5 mm bis 4 mm. Für die Implantation von 15 Implantaten wurde ein Knochenaufbau durchgeführt. Sämtliche Implantate wurden im zweizeitigen Verfahren gesetzt, somit nach 6 Monaten im Oberkiefer und 3 Monaten im Unterkiefer freigelegt. Alle Patienten erhielten als Suprakonstruktion einen von Doppelkronen getragenen herausnehmbaren Zahnersatz. An 6 Patienten wird die Versorgung ausschließlich von Implantaten getragen. Acht Patienten wurden mit einer Doppelkronenversorgung, die auf Implantaten und Zähnen kombiniert gelagert ist, versorgt. Zwei Patienten tragen in einem Kiefer eine rein implantatgetragene- und im Gegenkiefer eine Zahn und Implantat kombinierende Prothese.

<b>Implantate</b>	<b>Total</b>	<b>Rein implantatgetragene Doppelkronenversorgung</b>	<b>Zahn- und implantatgetragene Doppelkronenversorgung</b>
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>50</b>	<b>33</b>
<b>Topographie</b>			
anteriore Maxilla	37	20	17
posteriore Maxilla	23	16	7
anteriore Mandibula	16	10	6
posteriore Mandibula	7	4	3
<b>Material des Teleskops</b>			
Co-Cr-Mo	56	29	27
Gold	27	21	6
<b>Implantattyp</b>			
Nobelspeedy Replace	31	18	13
Brånemark	13	7	6
Core-Vent	6	0	6
Osseotite	33	25	8
<b>Knochenqualität</b>			
Grad 1	6	0	6
Grad 2	77	50	27
Grad 3	0	0	0
Grad 4	0	0	0
<b>Knochenquantität</b>			
Grad A	3	0	3
Grad B	64	34	30
Grad C	4	4	0
Grad D	12	12	0
Grad E	0	0	0
<b>Knochenaufbau</b>			
Ja	25	25	0
nein	58	25	33
<b>Implantatlänge</b>			
>10mm	52	28	24
≤10mm	31	22	9

---

**Tab 2.1 Implantatverteilung**

Vor der Implantation wurde bei allen Patienten eine systematische parodontale Behandlung der GAgP im 3 Monatsrhythmus durchgeführt. Bei jeder dieser Sitzungen wurde eine professionelle Zahnreinigung vorgenommen sowie ein subgingivales Scaling mit Wurzelglättung an allen Zähnen mit Sondierungstiefen größer als 4 mm und Bluten auf Sondieren. Nicht erhaltungswürdige Zähne wurden vor der Implantation gezogen und nötige parodontalchirurgische Eingriffe durchgeführt.

## **2.2 Klinische Untersuchung**

In jeder Sitzung wurden neben dem konservierenden Befund folgende klinische Parameter erhoben: Sondierungstiefe (ST), Bluten auf Sondieren (BOP), gingivale Rezession und klinisches Attachmentlevel (AL) (Nyman und Lindhe 1986). Gingivalindex (GI) (Löe und Silness 1963) und Plaqueindex (PI) (Silness und Löe 1964) wurden an 4 Flächen gemessen (disto-vestibulär, vestibulär, mesio-vestibulär, oral). Der Lockerungsgrad wurde von natürlichen Zähnen und den Implantaten aufgenommen. An betreffenden Zähnen wurde ferner der Furkationsgrad bestimmt.

### *Gingival Index*

Die Bestimmung des Gingival Index nach Löe und Silness (1963) erfolgte nach leichter Trocknung der Gingiva mit Hilfe eines Püsters visuell und taktil mit einer stumpfen Sonde. Die Untersuchung erfolgte an jeweils 4 Seiten des Zahns oder Implantates (mesio-vestibulär, vestibulär, disto-vestibulär, oral), hier wurde die Sonde am Gingivalrand entlang geführt.

Die Gingiva wurde je nach Schwere der Entzündung in 4 Grade eingeteilt:

- Grad 0: Es liegt eine entzündungsfreie Gingiva vor.
- Grad 1: Es liegt eine geringfügige Entzündung der Gingiva vor, welche mit einer leichten Farb- und Oberflächenveränderung der Gingiva einhergeht. Beim Sondieren kommt es zu keiner Blutung.
- Grad 2: Es besteht eine mäßige Entzündung der Gingiva, welche sich durch Rötung, Ödem und Hypertrophie der Gingiva auszeichnet. Beim Sondieren kommt es zu einer Blutung.

Grad 3: Es liegt eine schwere Entzündung vor, die mit starker Rötung, Hypertrophie und Ulzeration der Gingiva einhergeht. Es liegt eine Tendenz zu spontanen Blutungen vor.

#### *Plaque Index*

Der Plaque Index nach Silness und Löe (1964) wurde nach Trocknung des Zahns oder des Implantates ebenfalls an 4 Seiten (mesio-vestibulär, vestibulär, disto-vestibulär, oral) visuell und mit Hilfe einer stumpfen Sonde bestimmt.

Die Plaquemenge wurde bestimmt und in 4 Grade eingeteilt:

Grad 0: Es ist keine Plaque vorhanden.

Grad 1: Es befindet sich ein hauchdünner Plaquefilm entlang des Gingivalrandes und auf den angrenzenden Zahnflächen, der aber nur nach Abstreichen mit der Sonde erkennbar ist.

Grad 2: Mit bloßem Auge ist eine mäßige Plaqueansammlung im Sulkus, auf den Zahnflächen und entlang des Gingivalrandes sichtbar.

Grad 3: Im Sulkus, auf den Glattflächen und entlang des Gingivalrandes befinden sich großflächige, dicke Plaqueansammlungen, die auch den Interdentalraum ausfüllen.

#### *Sondierungstiefe*

Die Sondierungstiefe wurde an Implantaten mit Hilfe einer Plast-O-Probe Parodontalsonde (Fa-Dentsply-Maillefer, Ballaiques, Schweiz) festgestellt. Der Ansatz besteht aus Kunststoff und verhindert somit das Entstehen von Kratzern an der Oberfläche des Implantats. An natürlichen Zähnen wurde eine WHO-Sonde genutzt. Die Bestimmung wurde an 4 Stellen vorgenommen (mesio-vestibulär, vestibulär, disto-vestibulär, oral). Als oberer Referenzpunkt diente der Gingivasaum. Von dort beginnend, wurde bis zum jeweiligen Taschenboden gemessen. Das verwendete Instrument wurde mit einem Druck von ca. 0,25 N parallel zum Zahn bzw. zum Implantat eingeführt und das Ergebnis in mm vermerkt. Ein Bluten auf Sondieren wurde zusätzlich aufgenommen.

### *Gingivale Rezession*

Als gingivale Rezession wird der Abstand der Schmelz-Zement-Grenze zum Gingivasaum bezeichnet. Bei Implantaten dient die Oberkante des Abutments als Bezugspunkt. Auch die gingivale Rezession wurde unter Zuhilfenahme einer WHO-Sonde an 4 Punkten (mesio-vestibulär, vestibulär, disto-vestibulär, oral) pro Zahn oder Implantat in mm bestimmt.

### *Klinischer Attachmentlevel*

Das Klinische Attachmentlevel ist als Abstand der Schmelz-Zement-Grenze zum Sulkusboden bei natürlichen Zähnen definiert (Nyman und Lindhe 1986). An Implantaten wurde die Oberkante der Distanzhülse als oberer Referenzpunkt verwandt. Das Attachmentlevel wurde durch die gemessene Sondierungstiefe und die gingivale Rezession rechnerisch bestimmt. Zur Berechnung wurden die in beiden Messungen ermittelten Werte addiert.

## **2.3 Knochenqualität und Knochenquantität**

Die Knochenqualität wurde nach Lekholm und Zarb (1985) in 4 Grade unterteilt. Die Bestimmung erfolgte vorab anhand der für die Implantation vorliegenden Röntgenbilder und gegebenenfalls vorliegenden weiteren Aufnahmetechniken. Die Einschätzung wurde während der Implantation überprüft. So konnte eine Einteilung in folgende 4 Gruppen erfolgen:

- 1 Annähernd der gesamte Kiefer besteht aus homogenem kompaktem Knochen
- 2 Eine dicke Schicht kompakter Knochen umgibt einen Kern aus dichtem spongiösem Knochen
- 3 Eine dünne Schicht kompakter Knochen umgibt einen Kern aus dichtem spongiösem Knochen mit vorteilhafter Stabilität
- 4 Eine dünne Schicht kompakter Knochen umgibt einen Kern aus spongiösem Knochen mit niedriger Dichte

Die Knochenquantität wurde nach Lekholm und Zarb ebenfalls in 5 Gruppen unterteilt. Auch diese Einteilung erfolgte anhand von röntgenologischen Untersuchungen und der klinischen Diagnostik während der Implantation.

- A Die meisten Teile des Alveolarfortsatzes sind erhalten
- B Moderate Resorption des Alveolarfortsatzes ist erfolgt
- C Fortgeschrittene Resorption des Alveolarfortsatzes ist erfolgt, nur basaler Kieferknochen ist erhalten
- D Geringe Resorption des basalen Kieferknochens ist erfolgt
- E Extreme Resorption des basalen Kieferknochens ist erfolgt

## **2.4 Radiologische Untersuchung**

Im Rahmen der Studie wurde ferner eine radiologische Untersuchung an den Patienten durchgeführt. Dazu wurden von jedem Probanden standardisierte Röntgenaufnahmen aller Zähne und Implantate erstellt. Dies erfolgte in der Baselineuntersuchung und darauf folgend 1, 3, 5 und 10 Jahre nach Eingliederung der Suprakonstruktion. Die Röntgenaufnahmen erfolgten in der Rechtwinkeltechnik (Updegrave 1986). Die Filmebene wird parallel zur Zahn- bzw. Implantatebene gewählt, während der Zentralstrahl im rechten Winkel hierzu verläuft. Die Röntgenbilder wurden auf Einzelzahnfilmen (Fa. Kodak, Stuttgart, Deutschland) bei einer Einstellung von 50 kV/5 mA mit einem Dentalröntgengerät (Oralix 50, Fa. Phillips, Hamburg, Deutschland) aufgenommen. Die Auswertung der Röntgenaufnahmen erfolgte digital mittels Planmeca Romexis (Planmeca Vertriebs GMBH, Bielefeld). Es handelt sich um eine Software zur Auswertung digitaler Röntgenbilder, die eine metrische Bestimmung des linearen Knochenabbaus mittels ihrer integrierten Funktion der Abstandsmessung ermöglicht.

Die Röntgenbilder wurden nach einem standardisierten Verfahren vermessen. Die am Röntgenbild gemessene Implantatlänge wurde auf die bekannte Länge des Implantates kalibriert. Im Anschluss wurde der Knochenabbau mesial und distal des Implantates am Röntgenbild ermittelt. Hierzu wurde der Abstand der marginalen Knochengrenze zum Ansatz des Implantatabutments gemessen. Der mesiale und distale Knochenverlust wurde auf einen Wert pro Implantat gemittelt.

### **2.5 Zeitlicher Verlauf der Studie**

Da die Patienten an generalisierter aggressiver Parodontitis leiden, waren alle Patienten zum Zeitpunkt des Studienbeginns bereits in parodontaler Behandlung an der Philipps Universität, Marburg. Die Baselineuntersuchung fand 2 bis 4 Wochen vor der Extraktion der nicht erhaltungswürdigen Zähne statt (Abb. 2.1). Die Implantation erfolgte nachdem parodontal gesunde Verhältnisse ( $ST \leq 3\text{mm}$  ohne BOP) am Restzahnbestand sichergestellt worden sind. Alle Implantate wurden im zweizeitigen Verfahren eingesetzt und somit im Oberkiefer nach 6 und im Unterkiefer nach 3 Monaten freigelegt und belastet. Direkt vor der Eingliederung der Suprakonstruktionen erfolgte die erste Untersuchung an den freigelegten, noch nicht belasteten, Implantaten und dem Restzahnbestand. Weitere Untersuchungen wurden in einem Recallintervall von 3 Monaten vorgenommen und im weiteren Verlauf an die individuellen Bedürfnisse der Patienten angepasst.

Das festgelegte Intervall richtete sich nach der Umsetzung der häuslichen Mundhygienemaßnahmen und dem Verlauf der klinischen Parameter. Hat sich eine stabile Situation bei dem Patienten eingestellt, wurde der Abstand der Folgeuntersuchungen vergrößert. Es wurde von allen Patienten mindestens ein Befund pro Jahr, über einen Zeitraum von 6 bis 21 Jahren, aufgenommen. Jeder Recalltermin beinhaltete neben der Aufnahme der klinischen Parameter und des konservierenden Befunds eine professionelle Zahn- und Implantatreinigung sowie subgingivalem Scaling mit Wurzelglättung bei  $ST \geq 5\text{mm}$  an Zähnen. Zusätzlich wurden die Patienten bei diesen Terminen instruiert und motiviert um die Mundhygiene zu verbessern oder die gute Mundhygiene aufrecht zu halten. Radiologische Untersuchungen erfolgten zur Baselineuntersuchung sowie 1, 3, 5 und 10 Jahre nach der Implantation.



**Abb. 2.1 Zeitlicher Verlauf der Studie**

## **2.6 Statistische Auswertung**

### **2.6.1 Statistische Methode**

Die klinischen Ergebnisse wurden anhand von Exeldateien analysiert und ausgewertet. Es wurden für den Gingivalindex, Plaqueindex, das Attachmentlevel und die Sondierungstiefen Tabellen erstellt und jeweils jährliche Mittelwerte gebildet. Es wurde eine Aufteilung in unterschiedliche Untersuchungsgruppen vorgenommen, um die Ergebnisse risikobezogen auswerten zu können. Eine Unterteilung erfolgte in Zähne und Implantate, welche wiederum näher in zahn- und implantatgetragene Prothesen und rein implantatgetragene Doppelkronenversorgungen gesplittet wurden. Für sämtliche Mittelwerte, die über unterschiedliche Untersuchungszeiträume gebildet wurden, wurde die Standardabweichung berechnet.



Für die periimplantäre Mukositis und Periimplantitis wurde eine univariate Analyse nach 3, 5 und 10 Jahren Untersuchungszeit durchgeführt. Das Patientenkollektiv und die Implantate wurden für unterschiedliche Risikofaktoren in Gruppen eingeteilt. Für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Mukositis oder Periimplantitis in Abhängigkeit des jeweiligen Risikos wurde die statistische Signifikanz berechnet. Die *Odds Ratio (OR)* ist ein Maß für die Stärke des Unterschieds zwischen zwei Gruppen in der Kreuztabelle. Die Odds Ratio setzt die „Verhältnisse“, oder „Chancen“ (Odds) der beiden Gruppen zueinander ins Verhältnis. Eine OR von 1 bedeutet, dass es keinen Unterschied in den Odds gibt, ist die  $OR > 1$ , sind die Odds der ersten Gruppe größer, ist sie  $< 1$ , sind sie kleiner als die der zweiten Gruppe. Der Test auf  $OR = 1$  (kein Unterschied zwischen den Gruppen) ist Teil der Cochran-Mantel-Haenszel-Statistiken, in denen auch ein Konfidenzintervall für den OR angegeben wird.

Zusätzlich wurde eine implantatbezogene Kaplan-Meier-Analyse für das Auftreten der Mukositis, Periimplantitis und den Misserfolg durchgeführt. Für die Untersuchung der Hypothesen bzgl. der Lebensdauer wurde der „Überlebenszeitraum“ (Zeit bis zum interessierenden Ereignis) in Jahren berechnet. Ist das Ereignis bei Ende des Untersuchungszeitraums noch nicht eingetreten, so wurde der Zeitraum zwischen ersten und letzten bekanntem Beobachtungszeitpunkt verwendet („zensiertes Datum“). Methodisch wurde wegen der vielen unbekannten Zeitpunkte bei denen dies der Fall war, eine Analyse zensierter Daten nach Kaplan-Meier verwendet. Für die Analyse / den Vergleich von nominal skalierten Gruppenvariablen (z.B. Männlich/Weiblich) wurde eine Kaplan-Meier-Analyse mit Gruppenvergleichen (Log-Rank-Test) durchgeführt. In den Grafiken wird die Survival- oder Überlebensfunktion geplottet. Diese ist ein Schätzer für die Wahrscheinlichkeit, dass das interessierende Ereignis später als der Zeitpunkt  $t$  (auf der x-Achse) eintritt. Die Statistiken und Tests wurden mit dem Statistikpaket IBM SPSS Statistics, Version 20.0 durchgeführt.

### **2.6.2 Überlebensrate der Implantate**

Ob ein Implantat noch in Situ und in Funktion steht oder bereits explantiert wurde entscheidet ob es als positiv oder negativ in die Überlebensrate einbezogen wird. Um die Überlebenszeit des Implantates zu untersuchen, sollte die Kaplan-Meier

Überlebenskurve angewendet werden. Auf Grund einer hundertprozentigen Überlebensrate bestand keine Grundlage für eine Kaplan-Meier Überlebenskurve.

### **2.6.3 Erfolgsrate der Implantate**

Die Kriterien für den Implantaterfolg wurden nach Swierkot et al. (2012) wie folgt definiert:

- Keine Mobilität (Lockerungsgrad = 0)
- Der Patient ist schmerzfrei und es bestehen keine Beschwerden, Fremdkörpergefühl oder Parästhesien
- Sondierungstiefe  $\leq 5$  mm ohne BOP
- Keine periimplantäre radiologische Transluzenz
- Der vertikale Knochenabbau liegt nach dem ersten Jahr unter Belastung bei weniger als 0,2 mm pro Jahr

Implantate, die einen oder mehrere dieser Punkte nicht erfüllten, wurden als Misserfolg gewertet. Ob und wann dieser Misserfolg eintrat wurde festgestellt. Es wurde die Kaplan-Meier Überlebenskurve angewendet um aus den Ergebnissen eine voraussichtliche Erfolgsdauer, beziehungsweise die Zeit bis zum Eintreten des Misserfolgs, zu bestimmen. Diese wurden in Grafiken dargestellt.

### **2.6.4 Mukositis und Periimplantitis**

Als Mukositis wurde eine Sondierungstiefe  $\geq 5$  mm mit Bluten auf Sondieren ohne Knochenverlust definiert. Ergebnisse wurden erst nach dem 1. Jahr nach Implantatbelastung ausgewertet. Der Knochenverlust wurde anhand der vorhandenen Röntgenbilder bestimmt.

Als Periimplantitis wurde eine Sondierungstiefe  $> 5$  mm mit oder ohne Bluten auf Sondieren und einem jährlichen Knochenverlust von über 0,2 mm gewertet. Auch hierbei wurden nur Untersuchungsergebnisse, die sich später als ein Jahr nach der ersten Implantatbelastung zeigten, betrachtet.

### **2.6.5 Technische Komplikationen**

Technische Komplikationen wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum dokumentiert. Es wurden Frakturen oder Lockerungen der Abutmentschraube, Implantatbruch, Lockerungen oder Dezementierungen der Primärkronen oder Brüche der Prothese festgehalten.

### **2.6.6 Risikofaktoren**

Ein Zusammenhang von Mukositis, Periimplantitis sowie der Erfolgsrate der Implantate mit folgenden Risikofaktoren wurde separat analysiert:

- Alter (<50 /  $\geq$ 50 Jahre)
- Geschlecht
- Tabakkonsum
- Topographie:  
(anteriore Maxilla (Regio 13-23) / posteriore Maxilla (Regio 14-18;24-28) /  
anteriore Mandibula (Regio 33-43) / posteriore Mandibula (Regio 34-38;44-48))
- Material des Teleskops (Co-Cr-Mo / Au)
- Versorgungsart (rein-implantatgetragene Doppelkronenversorgung /  
implantat- und zahngetragene Doppelkronenversorgung)
- Knochenqualität
- Knochenquantität
- Augmentation
- Implantatlänge ( $\leq$ 10mm / >10mm)

Um die Auswirkung jeder dieser Risikofaktoren auf die Untersuchungsergebnisse vergleichen zu können, wurde eine univariate Analyse durchgeführt. Verglichen wurde die Häufigkeit des Auftretens von Mukositis, Periimplantitis und des Implantaterfolgs innerhalb der Risikogruppe gegenüber der Nicht-Risikogruppe (z.B. weiblich vs. männlich).

Für die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) gelten folgende Werte:

$p > 0,05$	nicht signifikante Korrelation
$p \leq 0,05$	signifikante Korrelation
$p \leq 0,01$	sehr signifikante Korrelation
$p \leq 0,001$	höchst signifikante Korrelation

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Beobachtungszeitraum

Die Patienten wurden über einen unterschiedlich langen Zeitraum untersucht (Tab. 2.2). Alle 16 integrierten Patienten wurden über 6 Jahre beobachtet. Der längste Beobachtungszeitraum liegt bei 21 Jahren.

<b>Jahre</b>	<b>Patienten</b>	<b>Implantate</b>	<b>Rein implantatgetragene Doppelkronenversorgung [Anzahl Implantate]</b>	<b>Zahn- und implantatgetragene Doppelkronenversorgung [Anzahl Implantate]</b>
1	16	83	50	33
2	16	83	50	33
3	16	83	50	33
4	16	83	50	33
5	16	83	50	33
6	16	83	50	33
7	12	62	33	29
8	11	58	29	29
9	8	38	11	27
10	8	38	11	27
11	8	38	11	27
12	5	30	11	19
13	5	30	11	19
14	5	30	11	19
15	4	27	11	16
16	3	24	11	13
17	2	18	7	11
18	2	18	7	11
19	2	18	7	11
20	2	18	7	11
21	1	10	7	3
<b>Summe</b>	<b>16</b>	<b>83</b>	<b>50</b>	<b>33</b>

**Tab. 3.1 Patientenkollektiv nach Beobachtungszeitraum**

### 3.2 Klinische Ergebnisse

Die Mittelwerte des durchschnittlichen **Plaque-Index** (PI) aller Patienten lagen stets unter 0,9 (Abb. 3.1, Tab. 3.2). Gemittelt über den gesamten Zeitraum lag er bei 0,5 ( $\pm 0,496989171$ ). In der vorgenommenen, 6-jährigen Beobachtungsspanne aller Patienten, lag der PI bei maximal 0,4.

Trotz der bei allen Patienten vorliegenden generalisierten aggressiven Parodontitis lag der **Gingival-Index** (GI) der Patienten pro Jahr über den gesamten Untersuchungszeitraum unter 1,5 und im Gesamtdurchschnitt bei 0,9 ( $\pm 0,54278796$ ) (Abb. 3.1, Tab. 3.2). Über 6 Jahre wurden alle in dieser Studie integrierten Patienten beobachtet (Tab. 3.1). Die durchschnittlichen Werte des Gingival-Index für diese Zeit liegen alle unter 1,0 und im Durchschnitt bei 0,7 ( $\pm 0,49341872$ ).

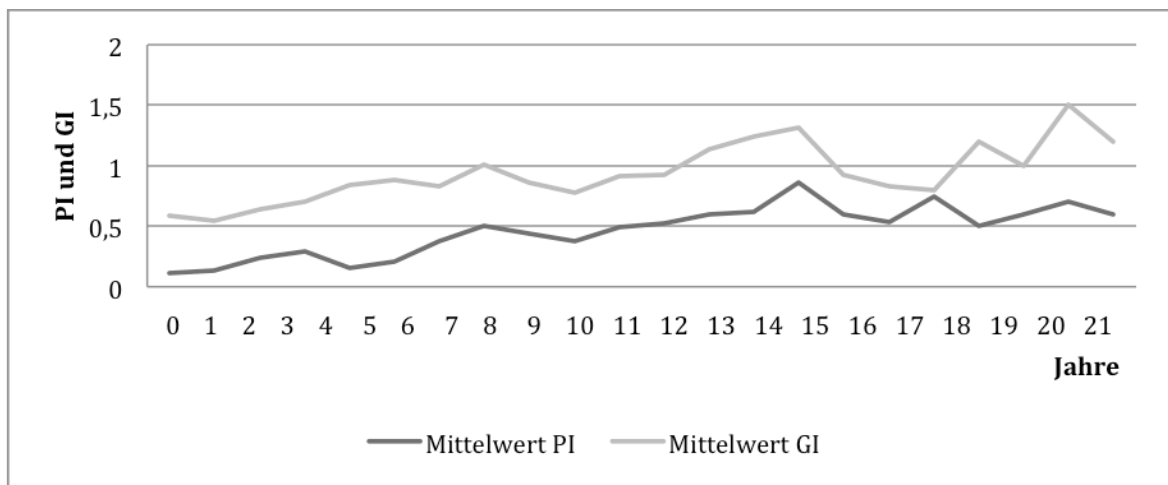


Abb. 3.1 Plaque-Index (PI) und Gingival-Index (GI)

Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Mittelwert PI</b>	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5
Standartabweichung	±0,23	±0,29	±0,38	±0,4	±0,34	±0,4	±0,62	±0,68	±0,53	±0,45	±0,49
<b>Mittelwert GI</b>	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	0,9
Standartabweichung	±0,57	±0,45	±0,49	±0,48	±0,48	±0,48	±0,48	±0,75	±0,52	±0,49	±0,6

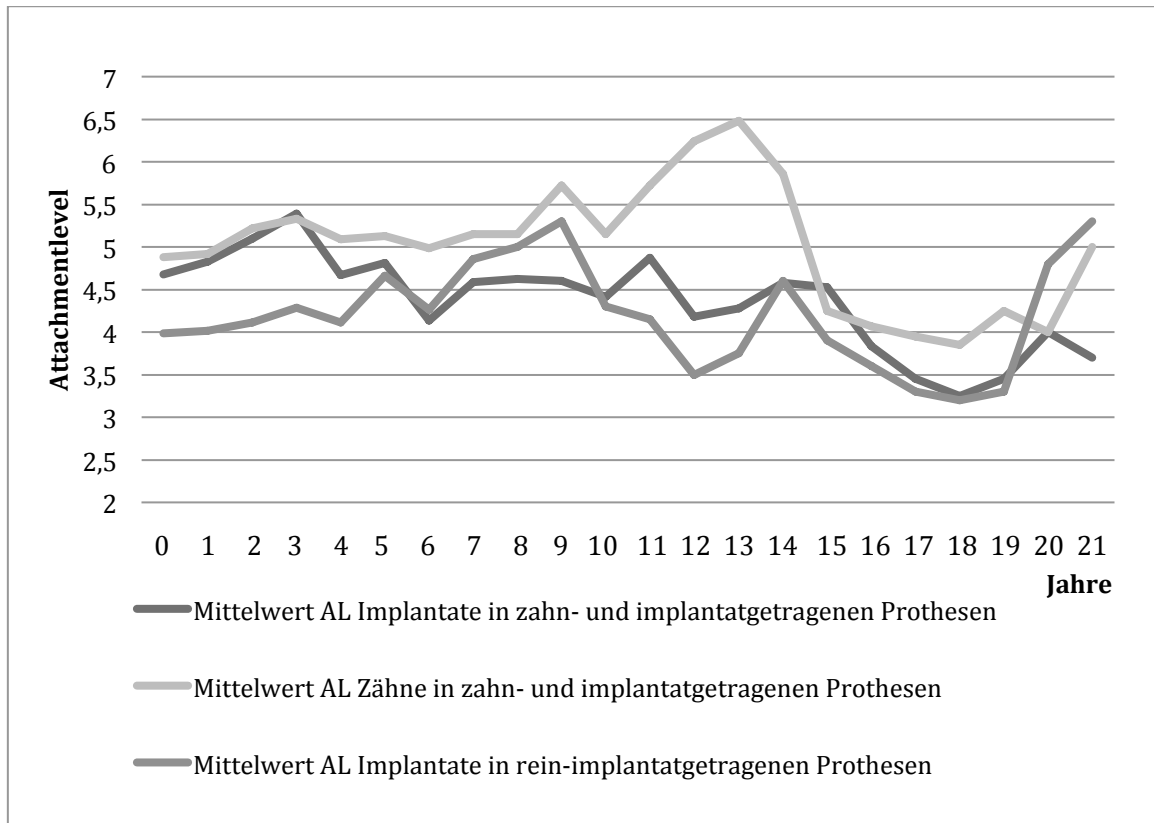
  

Jahr	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>Mittelwert PI</b>	0,5	0,6	0,6	0,9	0,6	0,5	0,8	0,5	0,6	0,7	0,6
Standartabweichung	±0,69	±0,64	±0,6	±0,61	±0,53	±0,46	±1,06	±0,71	±0,85	±0,99	-
<b>Mittelwert GI</b>	0,9	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,8	1,2	1	1,5	1,2
Standartabweichung	±0,8	±0,8	±0,63	±0,61	±0,46	±0,91	±0,14	±0,28	±0,28	±0,42	-

**Tab. 3.2 Plaque-Index (PI) und Gingival-Index (GI)**

Der Mittelwert des **Attachmentlevels** für Implantate über den gesamten Zeitraum betrug 4,3mm ( $\pm 0,437446893$ ). Die durchschnittliche **Sondierungstiefe** über 21 Jahre Beobachtungsdauer lag bei 3,7mm ( $\pm 0,672497475$ ) für Implantate.

Vergleicht man die mittleren Werte des Attachmentlevels von zahn- und implantatgetragenen Prothesen mit rein implantatgetragenen Doppelkronen-Versorgungen fällt auf, dass die Zähne in den erst genannten die schlechtesten Werte über den gesamten Zeitraum aufweisen (Abb. 3.2, Tab. 3.3). Der gemittelte Wert über den Beobachtungszeitraum von 21 Jahren liegt für diese Zähne bei 5mm ( $\pm 1,991440118$ ) und für die Implantate unter diesen zahn- und implantatgetragenen Prothesen bei 4,4mm ( $\pm 1,412308879$ ). Für Implantate, die in der Versorgung nicht mit Zähnen kombiniert wurden, wurde ein mittleres Attachmentlevel von 4,2mm ( $\pm 1,351657542$ ) bestimmt. Der gemittelte Wert der Sondierungstiefen über den Beobachtungszeitraum von 21 Jahren liegt für die Zähne bei 3,9 mm ( $\pm 1,472014454$ ), für die Implantate der implantat- und zahngetragenen Prothesen bei 3,7 mm ( $\pm 0,798575507$ ) und für Implantate, die in rein-implantatgetragenen Versorgungen integriert sind, bei nur 3,5 mm ( $\pm 0,760985214$ ).



**Abb. 3.2 Attachmentlevel (AL) von Zähnen und Implantaten in zahn- und implantat- und rein-implantatgetragenen Prothesen**



Jahr	Baseline	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>AL Implantate</b>	4,7	4,8	5,1	5,4	4,7	4,8	4,1	4,6	4,6	4,6	4,4
<b>Zahn &amp; Implantat</b>											
Standartabweichung	±1,05	±1,18	±1,36	±1,53	±1,38	±2,01	±1,55	±1,55	±1,62	±2,05	±1,37
<b>AL Zähne</b>	4,9	4,9	5,2	5,3	5,1	5,1	5,0	5,2	5,2	5,7	5,2
<b>Zahn &amp; Implantat</b>											
Standartabweichung	±2,31	±2,09	±2,07	±2,00	±1,98	±2,04	±1,97	±1,92	±1,61	±1,62	±1,74
<b>AL Implantate</b>	4	4	4,1	4,3	4,1	4,7	4,3	4,9	5	5,3	4,3
<b>Rein-implantat</b>											
Standartabweichung	±0,76	±0,9	±0,88	±0,96	±1,08	±1,44	±2,01	±2,33	±2,0	±3,25	±2,40

Jahr	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>AL Implantate</b>	4,9	4,2	4,3	4,6	4,5	3,8	3,5	3,3	3,5	4,0	3,7
<b>Zahn &amp; Implantat</b>											
Standartabweichung	±1,88	±1,38	±0,31	±0,93	±0,57	±0,42	±0,64	±0,07	±0,64	±0,42	-
<b>AL Zähne</b>	5,7	6,2	6,5	5,9	4,3	4,1	4,0	3,9	4,3	4,0	5
<b>Zahn &amp; Implantat</b>											
Standartabweichung	±2,15	±3,28	±3,28	±3,51	±0,96	±0,93	±1,34	±0,49	±0,64	±0,71	-
<b>AL Implantate</b>	4,2	3,5	3,8	4,6	3,9	3,6	3,3	3,2	3,3	4,8	5,3
<b>Rein-Implantat</b>											
Standartabweichung	±1,63	±0,71	±1,06	±2,97	±1,56	±0,85	-	-	-	-	-

**Tab. 3.2 Attachmentlevel (AL) von Zähnen und Implantaten in zahn- und implantatgetragenen und rein-implantatgetragenen Prothesen**

### 3.3 Radiologische Ergebnisse

Der Knochenabbau an den Implantaten in Doppelkronenversorgungen wurde anhand der Röntgenbilder vermessen (Tab. 3.4). Es wird hier der relative Knochenverlust im Verhältnis zur Ausgangssituation 1 Jahr nach Implantation aufgezeigt. Nach 3 Jahren liegt der durchschnittliche Abbau bei insgesamt 0,5 mm ( $\pm 0,50284016$ ) und somit unter 0,2 mm pro Jahr. Auch nach 5 bzw. 10 Jahren wird dieser Wert nicht überschritten. Der jährliche Knochenabbau sinkt trotz des relativen Anstiegs von 0,17 mm (pro Jahr während der ersten 3 Jahre) auf 0,11 mm (pro Jahr zwischen dem 5. und 10. Untersuchungsjahr). Der prozentuale Knochenverlust an den Implantaten betrug im dritten Jahr 4,4%, im fünften Jahr 6,3% und im zehnten Jahr 8,6% der Implantatlänge.

<b>Jahre</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
mittlerer Knochenverlust in mm	0,53	0,75	1,37
Standartabweichung	± 0,503	± 0,668	±1,288
Prozentualer Knochenverlust	4,4%	6,3%	8,6%

**Tab. 3.4 Knochenverlust**

### 3.4 Überlebensrate der Implantate

Keines der Implantate musste über den gesamten Untersuchungszeitraum entfernt werden. Sämtliche Implantate befinden sich noch in situ, daher beträgt die Implantatüberlebensrate dieser Patientengruppe 100%.

### 3.5 Erfolgsrate der Implantate

Nach den unter Punkt 2.6.3 definierten Maßstäben für die Erfolgs- bzw. Misserfolgsermittlung, ergibt sich schließlich eine Erfolgsrate von 43% (36 von 82 Implantaten) bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum. Der Misserfolg trat bei männlichen Patienten, für Implantate, die in den anterioren Bereich der Mandibula eingesetzt wurden und für Implantate im Implantationsgebiet der Knochenquantität B (Tab. 5.1) signifikant später auf.

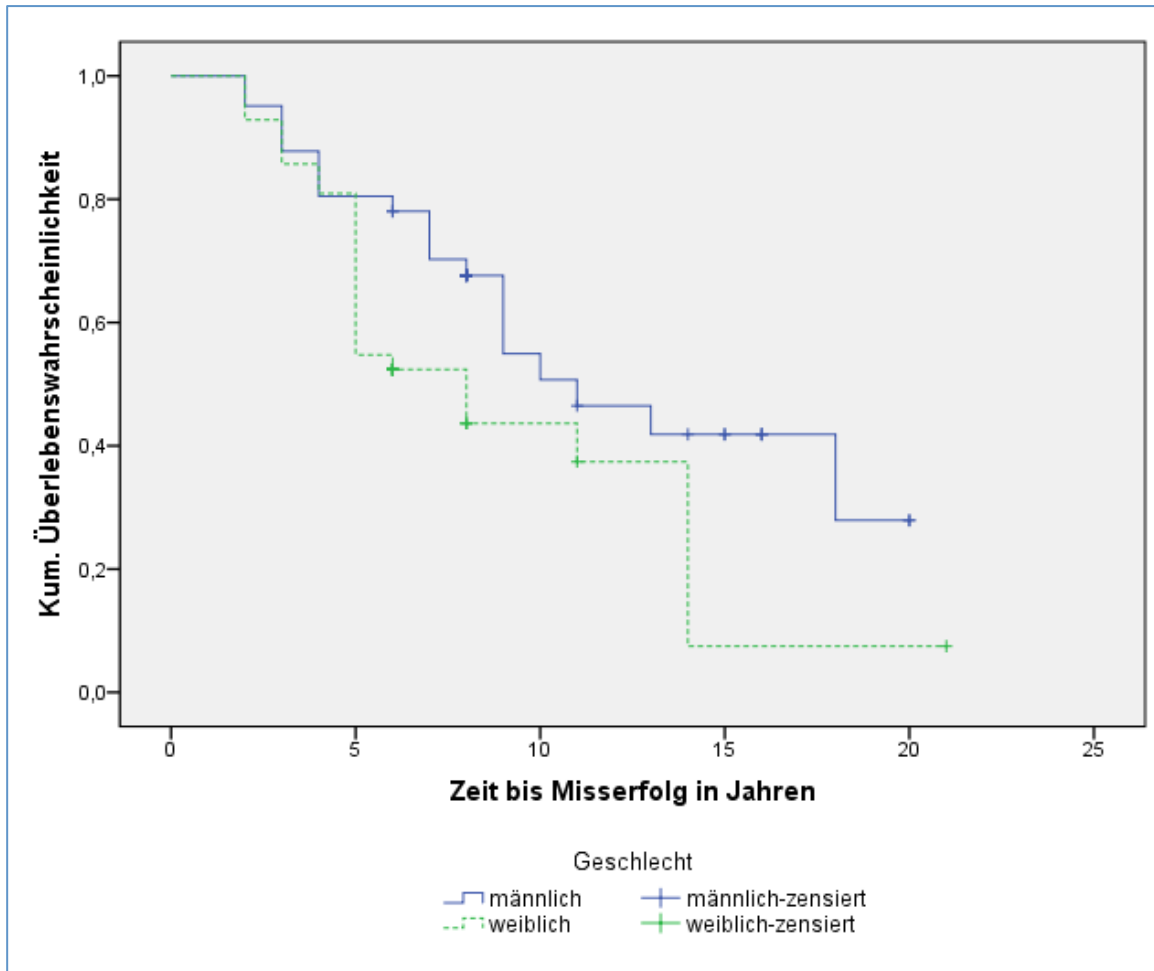
Da als Kriterien für den Implantaterfolg auch die Sondierungstiefe und der Blutungsindex mit berücksichtigt wurden, kann sich der Implantaterfolg auch nach der Behandlung eines als Misserfolg definierten Implantates wieder einstellen. Somit wurde zusätzlich zu der Kaplan-Meier-Analyse die Anzahl der Erfolge bei der jeweils letzten Untersuchung summiert. Es ergab sich ein Erfolg für 57 (69%) der 83 beobachteten Implantate.

#### *Risikofaktoren*

#### *Geschlecht*

Vergleicht man die geschlechtsspezifischen Unterschiede hinsichtlich des Implantaterfolges, zeigt sich ein signifikanter Unterschied (Tab. 5.1). Bei 15 (36%) der bei weiblichen Patienten inserierten Implantate hielt der Erfolg durchgängig an, bei den

Männern waren es 21 (51%). Bei männlichen Patienten hielt der Erfolg für 12,24 Jahre statistisch signifikant länger an als für weibliche Probanden. Bei ihnen realisierte sich der Misserfolg im Schnitt nach 9,15 Jahren (p-Wert des Log-Rank-Tests:  $p=0,033$ ) (Abb. 3.3).



**Abb. 3.3 Implantaterfolg nach Geschlecht**

#### *Alter*

Im Rahmen der Auswertung des Risikofaktors „Alter“, wurde kein signifikanter Unterschied für die Erfolgsrate der Patienten bei Implantation festgestellt (Tab. 5.1).

#### *Topographie*

Für die Lage der Implantate im Kiefer wurde ein signifikanter Unterschied (p-Wert des Log-Rank-Test:  $p=0,017$ ) in der Kaplan-Meier-Analyse bestimmt (Tab. 5.1). Implantate, die bei den untersuchten Patienten in den anterioren Bereich des Oberkiefers inseriert wurden, zeigten weniger Zeit bis zum Eintreten des Misserfolgs,

nämlich 7,78 Jahre, im Gegensatz zu Implantaten, die in den anterioren Bereich des Unterkiefers inseriert wurden. Hier hielt der Erfolg für 15,51 Jahre an. Die Implantate konnten also doppelt so lang erfolgreich im Kiefer verbleiben. Die graphische Darstellung des Zusammenhangs erfolgte in Abb. 3.4.

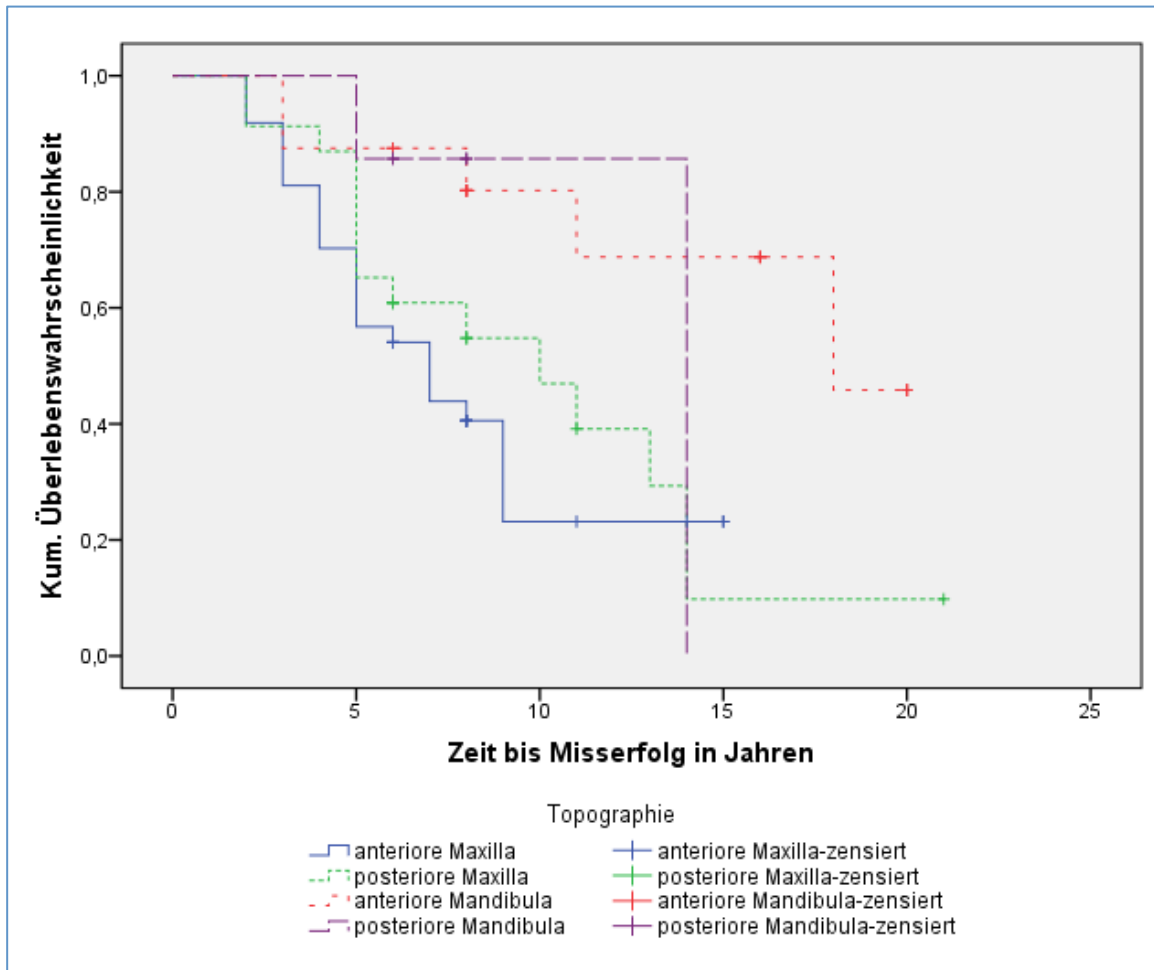


Abb. 3.4 Implantaterfolg nach Topographie

#### *Material des Teleskops*

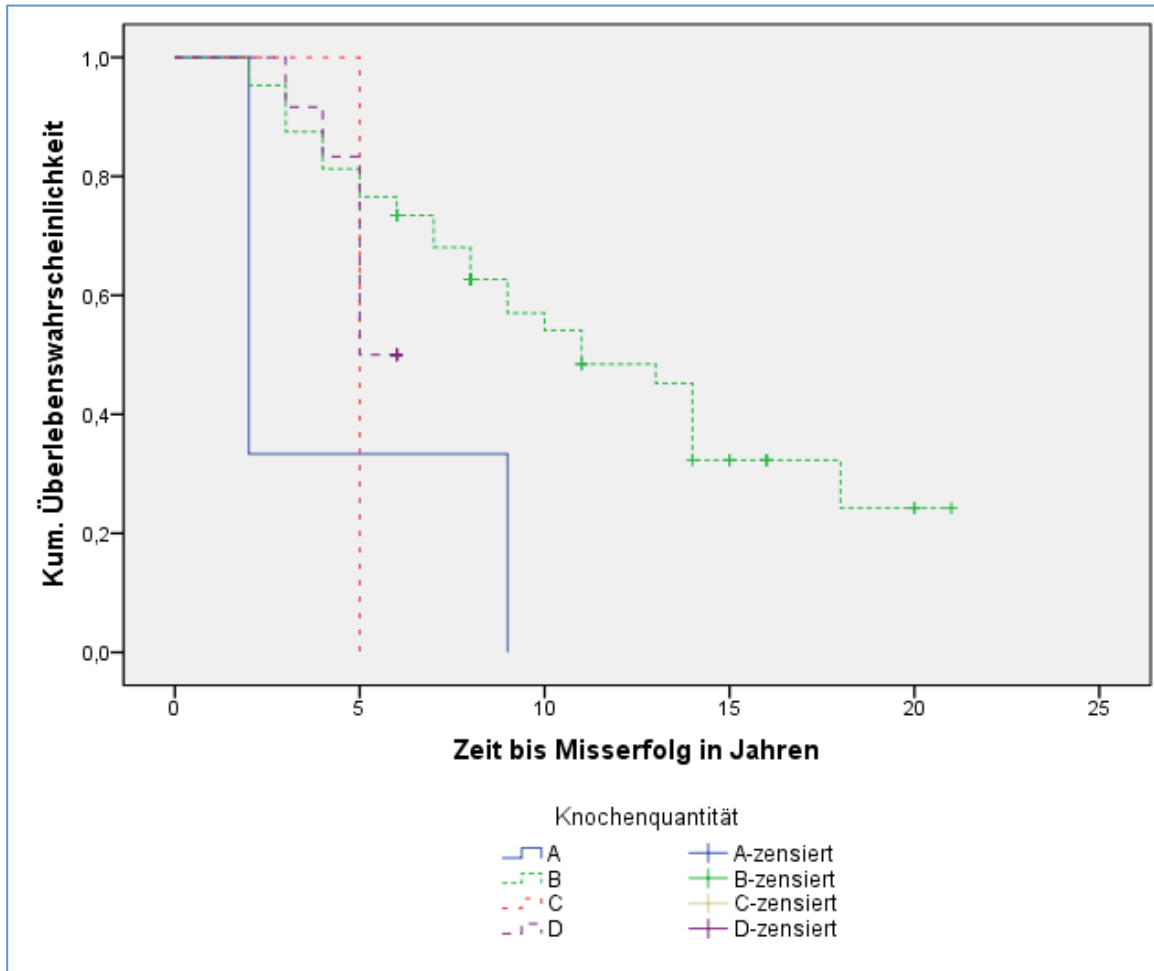
Die Kaplan-Meier-Analyse ergab keinen signifikanten Unterschied für den Implantaterfolg in Abhängigkeit vom Material des Teleskops (Tab. 5.1).

#### *Versorgungsart*

Auch der Unterschied zwischen Implantaten in einer zahn- und implantatgetragenen Prothese und Implantaten, die in der Versorgung nicht mit Zähnen kombiniert wurden, war nicht signifikant in der Kaplan-Meier-Analyse (Tab 5.1).

#### *Knochenqualität und -quantität*

Für die Knochenqualität zeigte sich keine Signifikanz in der Kaplan-Meier-Analyse. Die Knochenquantität hingegen brachte statistisch signifikante Ergebnisse (Abb. 3.5, Tab 5.1). Es zeigt sich, dass Implantate, die in einen Bereich des Knochens mit der Quantitätseinstufung A inseriert wurden bereits nach 4,33 Jahren einen Misserfolg erleiden. Hingegen ergibt sich für Knochen der Quantität B ein Eintreten des Misserfolges erst nach 12 Jahren. Die Quantitäten C (5 Jahre) und D (5,25 Jahre) zeigten wieder ein deutlich kürzeres Anhalten des Implantaterfolgs. Die Korrelation ist mit einem p-Wert des Log-Rank-Tests von  $<0,003$  sehr signifikant.



**Abb. 3.5 Implantaterfolg nach Knochenquantität**

#### *Knochenaugmentation*

Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Implantaten im augmentierten Knochen und Implantaten die in regulären Knochen inseriert wurden in der Kaplan-Meier-Analyse festgestellt werden (Tab. 5.1).

#### *Implantatlänge*

Die Implantatlänge zeigte sich in der Kaplan-Meier-Analyse in Hinsicht auf den Erfolg ebenso als nicht signifikantes Risiko (Tab. 5.1).

### 3.6 Mukositis

Über den gesamten Zeitraum zeigte sich an 65% der Implantate (54 von 83 Implantaten) mindestens bei einer Untersuchung eine Mukositis. Nach 3 Jahren ergab sich bei 7 (44%) der 16 untersuchten Patienten und an 19 (23%) der 83 Implantate eine Mukositis (Tab. 5.2, Tab 5.3). Zur Untersuchung nach 5 Jahren verringert sich die Anzahl der von Mukositis betroffenen Patienten auf 5 (31%) von 16 (Tab. 5.4). Es sind nur noch 9 (11%) der 83 untersuchten Implantate betroffen (Tab. 5.5). Über eine Gesamtbetrachtung von 10 Jahren konnten nur 8 Patienten untersucht werden. 4 (50%) dieser Patienten wiesen nach diesem Zeitraum eine Mukositis auf (Tab. 5.6) und damit 7 (18%) von 38 Implantaten (Tab. 5.7). Als signifikant in der Kaplan Meier Analyse zeigen sich die Topographie, die Versorgungsart und ob ein Augmentation erfolgt ist (Tab. 5.8).

#### *Geschlecht*

Für das Geschlecht der Patienten konnte in Bezug auf die Mukositis keine statistische Signifikanz gezeigt werden (Tab. 5.2 – Tab. 5.8).

#### *Alter*

9 Patienten dieser Studie waren zum Implantationszeitpunkt 50 Jahre oder älter. Nach 3 Jahren wiesen 5 (56%) dieser Patienten eine Mukositis auf (Tab. 5.2). Hingegen zeigte sich eine Mukositis nur bei 2 (29%) der insgesamt 7 jüngeren Patienten. Auf die Anzahl der Patienten gesehen, ergibt sich somit keine statistische Signifikanz ( $p=0,288$ ).

Betrachtet man allerdings die Implantate nach 3 Jahren zeichnet sich auch ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko ( $p=0,003$ ) für über fünfzigjährige Patienten ab (Tab. 5.3). Bei 14 (40%) der 35 bei älteren Patienten gesetzten Implantate, und nur bei 5 (10%) der 48 bei jüngeren gesetzten Implantate, wurde eine Mukositis diagnostiziert. Auch nach 5 Jahren bleibt dieses Ergebnis bestehen (Tab. 5.4, Tab. 5.5). Wieder wurde keine patientenbezogene Signifikanz nachgewiesen (4 von 9 Patienten der  $\geq 50$ -jährigen; 1 von 7 der  $< 50$ -jährigen;  $p=0,217$ ). Allerdings war eine implantatbezogene Signifikanz von  $p= 0,037$  festzustellen. An 7 (20%) Implantaten aus 35 bei den über 50-jährigen und an nur 2 (4%) aus den gesamt 48 Implantaten bei den unter 50-jährigen, wurde eine Mukositis festgestellt. Nach einem 10-jährigen Untersuchungszeitraum wurden keine

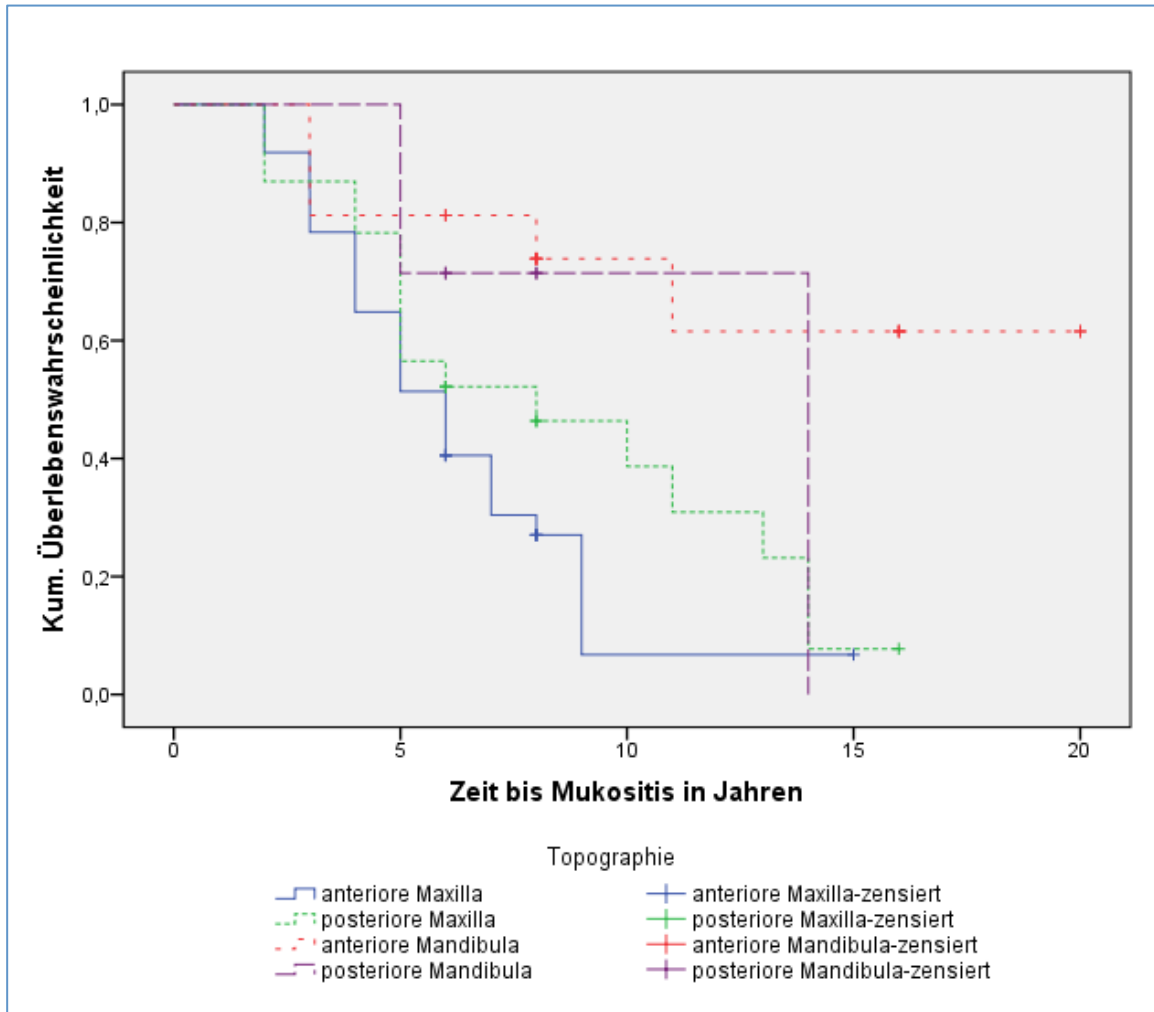
signifikanten Korrelationen erfasst (Tab. 5.6, Tab. 5.7). Auch die Kaplan-Meier-Analyse lieferte keine Signifikanz (Tab. 5.8).

### *Topographie*

Die Lage des Implantates im Kiefer zeigt lediglich in der Kaplan-Meier-Analyse eine statistische Signifikanz ( $p=0,002$ ) (Tab. 5.8). Hier tritt die Mukositis nach 6,25 Jahren gegenüber 14,82 Jahren in der anterioren Maxilla signifikant eher auf als in der anterioren Mandibula ( $p\leq 0,0083$ ). Die Grafik (Abb. 3.6) zeigt deutlich, dass die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Mukositis in der Mandibula sowohl im posterioren als auch im anterioren Bereich deutlich später zu erwarten ist als in der Maxilla.

37 Implantate wurden bei dieser Patientengruppe in die anteriore Maxilla gesetzt, 23 in die posteriore. 16 Implantate befinden sich in der anterioren Mandibula und 7 in der posterioren. In der Mandibula trat über den gesamten Zeitraum keine Mukositis auf (Tab. 5.3, Tab. 5.5, Tab. 5.7). In der Maxilla wurde nach drei Jahren bei 13 (35%) der anterior und bei 6 (26%) der posterior gesetzten Implantate eine Mukositis festgestellt. Nach 5 Jahren zeigten noch 6 (16%) der anterioren und 3 (13%) der posterioren Implantate in der Maxilla eine Mukositis. Nach 10 Jahren waren es 4 (27%) von 15 im anterioren Bereich und 3 (30%) von 10 im posterioren.





**Abb. 3.6 Mukositis nach Topographie**

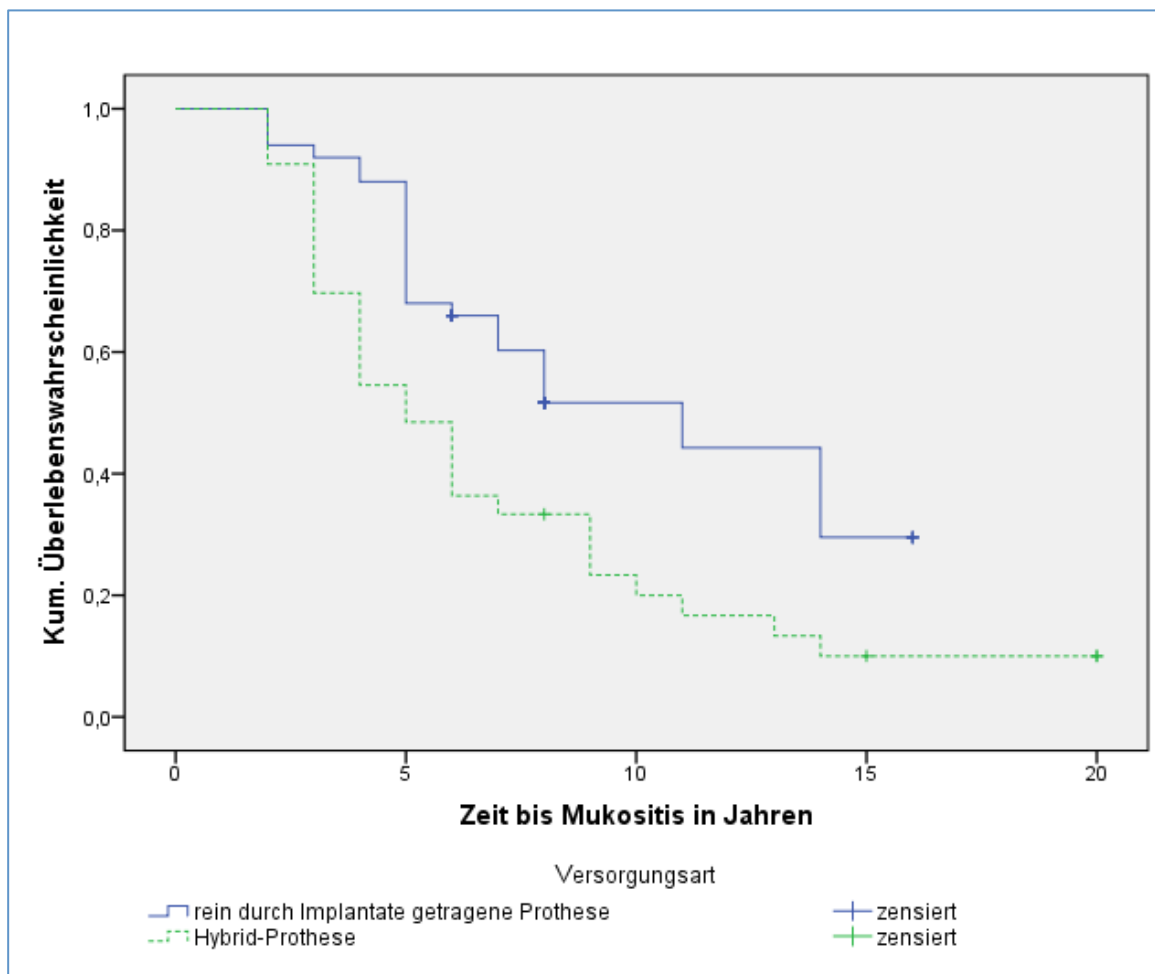
#### *Material des Teleskops*

Bei der Verwendung der Primärkrone wurden zwei unterschiedliche Materialien verwendet; zum einen eine Nicht-Edelmetall-Legierung (NEM) aus Kobalt (Co), Chrom (Cr) und Molybdän (Mo) und eine Hoch-Gold-Legierung (Galvano). 56 der Implantate wurden mit der NEM Teleskopkrone und 27 mit einer goldenen versorgt. Nach 3 Jahren konnte bei 10 (18%) der Co-Cr-Mo und bei 9 (33%) der Gold-Kronen eine Mukositis bestimmt werden (Tab. 5.3). Es zeigt sich somit die Tendenz, dass die NEM-Versorgungen eine geringere Rate an Mukositis aufweisen. Mit einem Wert von  $p=0,121$  ist diese jedoch nicht statistisch relevant. Signifikant ist die Korrelation nur nach 5 Jahren ( $p=0,031$ ) (Tab. 5.5). Die Mukositis wurde an 3 (5%) der 56 NEM-Teleskope und an 6 (22%) der 27 Gold-Teleskope nachgewiesen.

*Versorgungsart*

50 der untersuchten Implantate befinden sich in einer nur durch Implantate getragenen und durch Doppelkronen retinierten Versorgung. 33 Implantate wurden mit Zähnen kombiniert als Lager für eine Prothese genutzt.

Die Kaplan-Meier-Analyse zeigte eine Relevanz bezüglich der Versorgungsart (p-Wert des Log-Rank-Tests:  $p=0,006$ ) (Tab. 5.8). Implantate, die in eine rein durch Implantate retinierte Doppelkronenversorgung eingegliedert sind, zeigen statistisch erst nach 10,15 Jahren eine Mukositis. Hingegen ist bei einem Implantat, das in einer durch Doppelkronen gehaltenen Versorgung mit Zähnen kombiniert eingesetzt wird, die Mukositis statistisch schon nach 7,17 Jahren zu erwarten. Die Grafik (Abb. 3.7) zeigt deutlich das statistisch wahrscheinliche frühere Auftreten der Mukositis bei diesen Prothesen.



**Abb. 3.7 Mukositis nach Versorgungsart**

#### *Knochenqualität und –quantität*

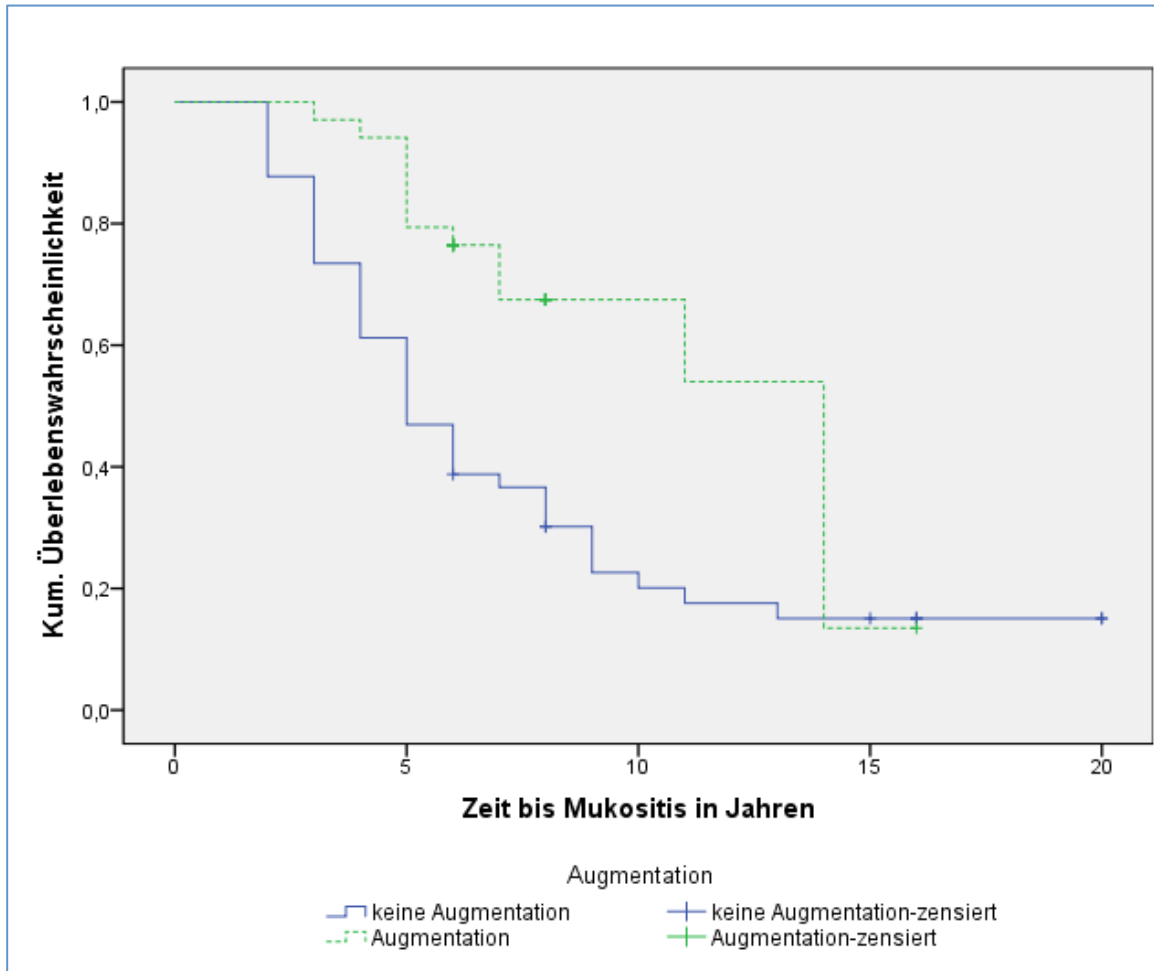
Für das Auftreten einer Mukositis in Abhängigkeit einer bestimmten Knochenqualität ergab sich keine statistische Relevanz (Tab. 5.2 – Tab. 5.8).

In Knochen der Quantität A wurden 3 Implantate gesetzt. Sowohl nach 3 als auch nach 5 Jahren zeigten 2 (67%) dieser Implantate eine Mukositis. Nach 10 Jahren waren alle 3 Implantate (100%) (Tab. 5.3, Tab. 5.5, Tab. 5.7) betroffen. Von insgesamt 64 Implantaten, die eine Region mit der vorhandenen Knochenquantität B gesetzt wurden, waren lediglich 12 (19%) nach 3 Jahren und 1 (2%) nach 5 Jahren von einer Mukositis betroffen.

4 Implantate wurden in Knochen der Quantität C und 12 Implantate in Knochen der Quantität D implantiert. 100% (4 von 4) zeigten eine Mukositis nach 3 und 5 Jahren in der Region der Quantität C und 1 (3 Jahre) beziehungsweise 2 (5 Jahre) in der D-Region. Eine signifikante Korrelation ( $p=0,002$ ) ergab sich nach 5 Jahren.

#### *Knochenaugmentation*

Ein signifikanter Zusammenhang wurde in der Kaplan-Meier-Analyse berechnet (p-Wert des Log-Rank-Tests:  $p=0,002$ ) (Tab. 5.8). Eine Mukositis tritt hiernach mit 7,58 Jahren bei einer nicht erfolgten Augmentation wahrscheinlich eher auf als bei einem Implantat im augmentierten Knochen (statistisch wahrscheinlicher Eintritt des Ereignis Mukositis nach 11,06 Jahren). Die graphische Demonstration erfolgt in Abb. 3.8.



**Abb. 3.8 Mukositis nach Augmentation**

### *Implantatlänge*

Für das Eintreten einer Mukositis in Bezug auf unterschiedliche Längen der Implantate wurde keine statistische Signifikanz festgestellt (Tab. 5.2 – Tab. 5.8).

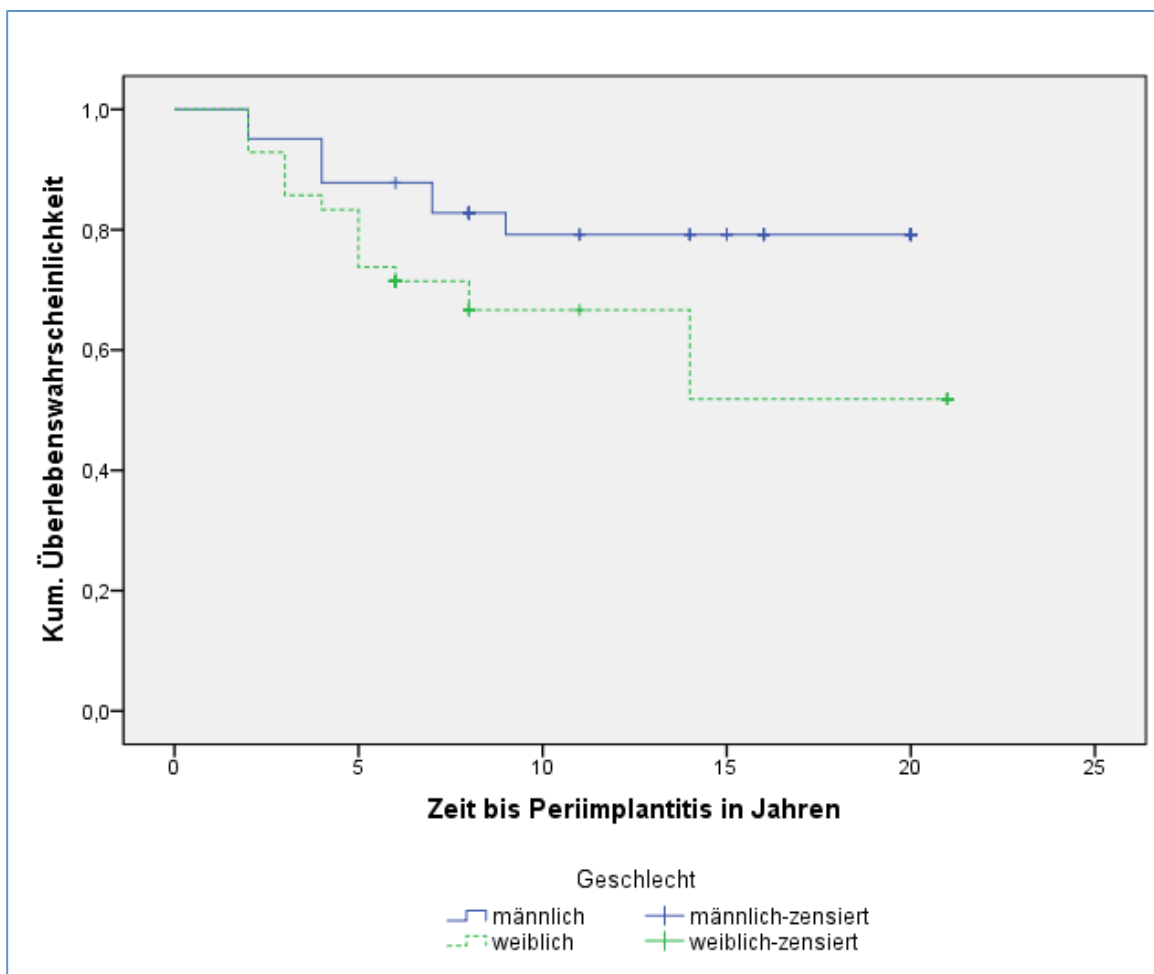
### **3.7 Periimplantitis**

Über den gesamten Untersuchungszeitraum trat an 23 Implantate (27,7%) der Implantate eine Periimplantitis auf. Eine Periimplantitis konnte nach 3 Jahren an 14 (17%) der 83 Implantate an 5 Patienten (31%) festgestellt werden (Tab. 5.9, Tab. 5.10). Nach verstreichen eines 5-Jahrs-Beobachtungszeitraum ist hinsichtlich des Krankheitsbildes der Periimplantitis ein Abfall der Erkrankungen zu erkennen: Die Anzahl der betroffenen Patienten verringert sich von 16 auf 3 (19%) (Tab. 5.11).

Implantatbezogen sind noch 7 (8%) Erkrankungen diagnostiziert worden (Tab. 5.12). Von 8 Patienten wiesen nach Ablauf von 10 Jahren des Untersuchungszeitraum 2 (20%) eine Periimplantitis an einem oder mehreren Implantaten auf (Tab. 5.13). Insgesamt ergibt sich eine Erkrankung an 5 (13%) der untersuchten 38 Implantate (Tab. 5.14). In der für die Periimplantitis angefertigten implantatbezogenen Kaplan-Meier-Analyse ergaben sich Signifikanzen für den Risikofaktor Geschlecht und die Knochenquantität (Tab. 5.15).

### *Geschlecht*

In der Kaplan-Meier-Analyse wurde ein signifikanter Zusammenhang berechnet (p-Wert des Log-Rank-Tests  $p=0,039$ ) (Tab. 5.15). Es zeigt sich, dass Frauen bereits nach 14,42 Jahren, Männer erst nach 16,9 Jahren an einer Periimplantitis erkranken (Abb. 3.9).



**Abb. 3.9 Periimplantitis nach Geschlecht**

#### *Alter*

Bei Auswertung der Altersstruktur der von Periimplantitis betroffenen Patienten, zeigt sich keine statistische Signifikanz (Tab. 5.9 – Tab. 5.15).

#### *Topographie*

Nach 3 Jahren Untersuchungszeit wurde an 9 (24%) Implantaten in der anterioren Maxilla, 5 (22%) in der posterioren Maxilla und an keinem (0%) der Implantate in der Mandibula eine Periimplantitis festgestellt (Tab. 5.10). 5 Jahre nach Implantation waren es noch 5 (14%) Implantate der anterioren Maxilla und 2 (9%) der posterioren und nach 10 Jahren 4 (27%) von 15 in der anterioren und 1 (10%) von 10 in der posterioren (Tab. 5.12, Tab. 5.14). Es wurde zu keinem Zeitpunkt eine Periimplantitis an den Implantaten, die im Unterkiefer gesetzt wurden festgestellt. Dadurch ist die statistische Berechnung für den Unterkiefer nicht möglich. Mit 0% Periimplantitis über 10 Jahre erscheint die Implantation im Unterkiefer dennoch mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit für Komplikationen zu korrelieren.

#### *Material des Teleskops*

Für das Material der Teleskopkrone konnte in keiner der Auswertung bezüglich der Periimplantitis eine Signifikanz festgestellt werden (Tab. 5.9 – Tab. 5.15).

#### *Versorgungsart*

Im Vergleich der zwei unterschiedlichen Versorgungsarten ergab sich keine Signifikanz für das Auftreten einer Periimplantitis (Tab. 5.9 – Tab. 5.15).

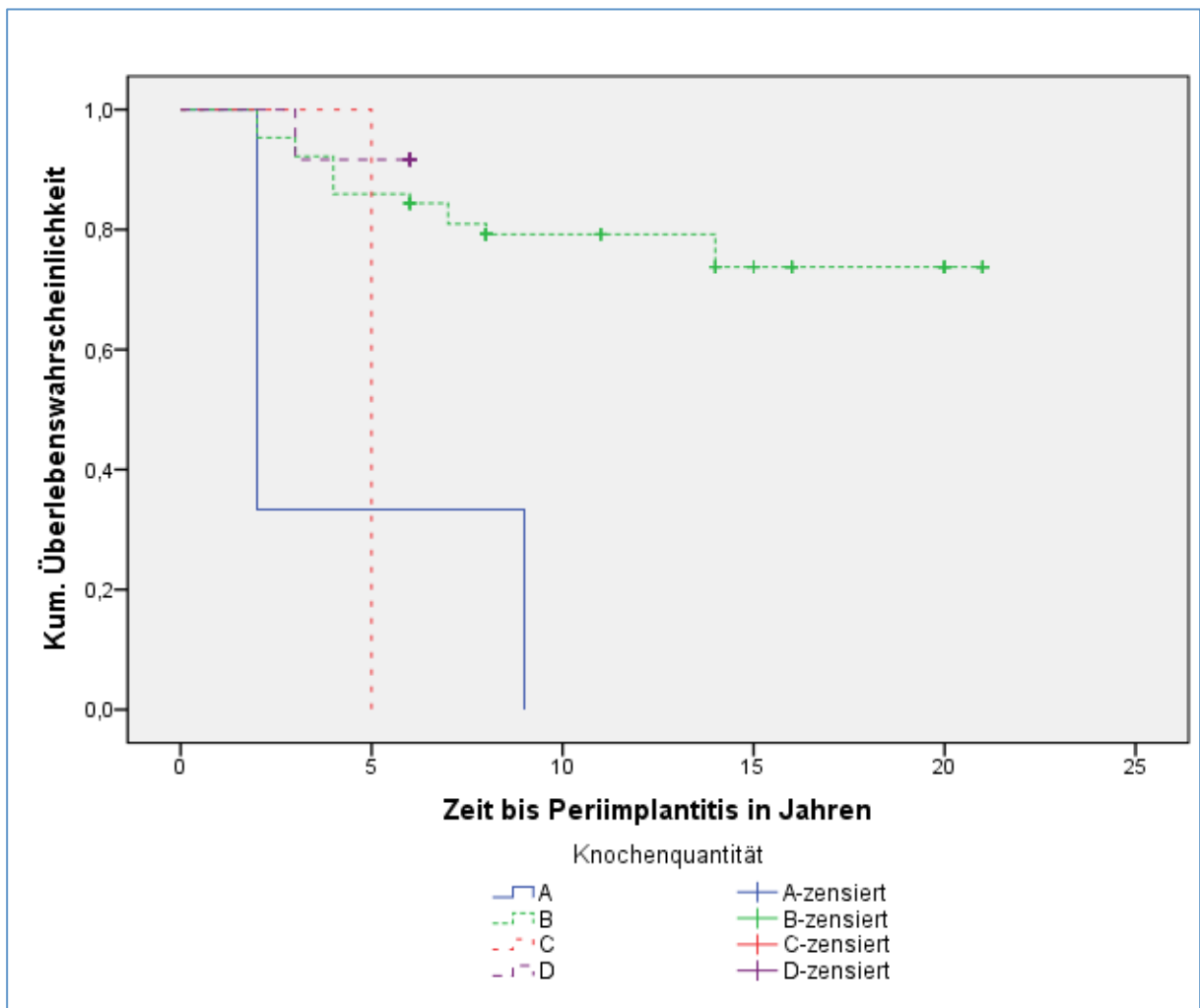
#### *Knochenqualität und –quantität*

Für die Knochenqualität lieferte die statistische Analyse keine signifikanten Ergebnisse (Tab. 5.9 – Tab. 5.15).

Hingegen konnte für die Knochenquantität eine statistische Relevanz berechnet werden. Mit  $p=0,039$  ist es statistisch wahrscheinlicher mit einer Knochenquantität A (2 (67%) von 3 Implantaten) als mit der Knochenquantität B (8 (13%) von 64 Implantaten) eine Periimplantitis nach 3 Jahren zu erhalten (Tab. 5.10). Mit der Knochenquantität C zeigten 4 von 4 (100%) der Implantate die Implantatbetterkrankung. Demgegenüber waren die 12 in Knochenquantität D inserierten Implantate zu 100% gesund. Auch nach

5 Jahren ist der gleiche signifikante Zusammenhang erkennbar ( $p=0,002$ ) (Tab. 5.12). Bei der Quantität B wurde nach 5 Jahren nur noch ein einziges Implantat (2%) mit einer Periimplantitis diagnostiziert. 10 Jahre nach Implantation konnte keine Berechnung erfolgen, da 100% der 3 Implantate der Quantität A eine Periimplantitis hatten und die Implantate der Quantitäten C und D nicht über diesen Zeitraum beobachtet wurden (Tab. 5.14).

Die Kaplan-Meier-Analyse ergab eine Signifikanz mit dem p-Wert des Log-Rank-Tests  $p<0,0005$  (Tab. 5.15). Eine Periimplantitis tritt somit bei einer Knochenquantität A nach 4,33 Jahren, bei einer Quantität C nach 5 Jahren auf. Bei den Quantitäten B und D tritt sie erst deutlich später auf, nämlich nach 17,16 Jahren für Quantität B und nach 16,16 Jahren für Quantität D. In Abb. 3.10 erfolgte die graphische Darstellung des Zusammenhangs.



**Abb. 3.10 Periimplantitis nach Knochenquantität**

#### *Knochenaugmentation*

Im aufgebauten Knochen ist nach 3, 5 und 10 Jahren jeweils keine Periimplantitis festgestellt worden (Tab. 5.9 – Tab. 5.15).

#### *Implantatlänge*

Die Korrelation der Ergebnisse kurzer gegenüber langen Implantaten ist in Hinsicht auf die Periimplantitis nicht signifikant (Tab. 5.9 – Tab. 5.15).

### **3.8 Technische Komplikationen**

Als Komplikation äußerte sich bei einem Patienten mit einer zahn- und implantatgetragenen Prothese eine Primärkronenlockerung an einem Implantat elf Jahre nach Implantation. Die Krone wurde rezementiert. Eine Unterfütterung musste bei 4 Patienten innerhalb der ersten 5 Jahre durchgeführt werden.



## **4. Diskussion**

### **4.1 Diskussion der Methode**

Im Rahmen der durchgeführten Recall-Untersuchungen wurde unter anderem der Gingival-Index (GI) nach Löe und Silness (1963) bestimmt. Da der Gingival-Index das Gewebe betrachtet und dessen Grad an Entzündungsreaktion beschreibt, kann der GI nicht durch kurzfristig motiviertes Putzverhalten beeinflusst werden, im Gegensatz zum ebenfalls aufgenommenen Plaque-Index (Silness und Löe 1964). Der Nachteil des GI besteht darin, dass für die Einschätzung des Entzündungsgrades objektive Maßstäbe fehlen und eine subjektive Betrachtung des Behandlers nicht auszuschließen ist. Auch das Bluten auf Sondieren (BOP), welches ein Kriterium für den Indexgrad des GI darstellt, ist beeinflussbar. Wird die Messung mit einer zu starken Druckanwendung durchgeführt, kann selbst bei gesundem Gewebe der Sulcusboden verletzt werden und eine Blutung auftreten. Apse et al. (1991) zeigten anhand histologischer Untersuchungen, dass das Bluten auf Sondieren nicht immer mit dem Grad der Entzündung übereinstimmte. Dennoch ist der Gingival-Index ein anerkannter und sinnvoller Parameter zur Einschätzung der gingivalen Gesundheit.

Überdies wurde das Attachmentlevel (AL) ermittelt. Bei Implantaten wurde von der Oberkante der Distanzhülse aus gemessen. Dieser Punkt ist leichter zu reproduzieren als die Schmelz-Zement-Grenze an Zähnen, sodass Messungen dadurch exakter (Newman und Flemming 1988) vorgenommen werden können. An überkronten Zähnen wurde statt der Schmelz-Zement-Grenze der Restaurationsrand genutzt. An diesen Zähnen ist somit die Bestimmung des Referenzpunktes ebenfalls eindeutig. Veränderungen der Werte sowohl für die Sondierungstiefe als auch für das Attachmentlevel können Hinweis auf eine Entzündung und den Rückgang des parodontalen beziehungsweise periimplantären Knochens bedeuten (Fiorellini und Weber 1994).

Lokale Schwellungen der Gingiva, die eine erhöhte Sondierungstiefe bedingen können, obwohl kein Knochenabbau stattgefunden hat, werden beim Attachmentlevel auf Grund der berücksichtigten Rezession ausgeklammert. Variationen der ermittelten Werte können am ehesten im Anstellwinkel der Sonde auftreten. Bei der Durchführung ist darauf Acht zu geben, dass die Sonde möglichst parallel zur Zahn- beziehungsweise Implantatachse gehalten wird. Weitere Messabweichungen können durch den Druck mit dem die Sonde eingeführt wird entstehen (Listgarten 1980). Der Druck sollte bei 0,25

Newton (N) liegen. Eine Überprüfung während der Messung ist jedoch nicht möglich, sodass Abweichungen nicht ausgeschlossen werden können. Listgarten zeigte, dass die tatsächliche Sondierungstiefe von der histologisch bestimmten umso mehr abweicht, je stärker der Entzündungsgrad des parodontalen Gewebes ist. Bei einer bestehenden Parodontitis soll die Sondenspitze durch das entzündete Gewebe bis zu den intakten gingivalen Fasern, die etwa 0,3-0,5 mm tiefer als der eigentliche Sulkusboden liegen, vordringen. Eine Verbesserung der Sondierungstiefen nach erfolgreicher Therapie der Entzündung könnte somit der verminderten Durchlässigkeit des gingivalen Gewebes geschuldet sein (Listgarten 1980).

#### **4.2 Diskussion der Ergebnisse**

Ziel dieser Studie war es, Langzeitergebnisse für Implantate mit einer Doppelkronenversorgung an Patienten mit einer behandelten aggressiven generalisierten Parodontitis zu untersuchen. Studienergebnisse zum Implantaterfolg sind schwierig zu vergleichen, da es keine einheitlichen Leitlinien zur Beurteilung des Erfolges gibt. Neben den klinischen und radiologischen Kriterien sollte auch eine Beurteilung des periimplantären Weichgewebes erfolgen.

Die Ergebnisse für den Gingival-Index lagen im Durchschnitt stets  $<1,5$  und für die ersten 6 Jahre  $<0,9$  für die Implantate. Der Plaque-Index zeigte eine zu erwartende direkte Korrelation zum Gingival-Index und wies einen Maximalwert von 0,9, in den ersten 6 Jahren von 0,2 auf. Die Korrelation ist dadurch begründet, dass eine anhaltende Plaqueanlagerung eine entzündliche Reaktion des Weichgewebes bedingt und letztendlich auch zu einer Periimplantitis führen kann (Serino und Ström 2009). Dass die Werte der vorliegenden Studie im Verlauf der Jahre kontinuierlich leicht ansteigen, kann durch nachlassende Motivation begründet sein. Zudem wird die Reinigung durch freiliegende und raue Oberflächen an Zähnen und Implantaten, bedingt durch einen über die Jahre bereits eingetretenen Knochenrückgang, erschwert (Esposito et al. 1998). Vergleichbare Werte für Gingival-Index und Plaque-Index sind in einigen Studien über Patienten mit einer generalisierten aggressiven Parodontitis veröffentlicht worden (Mengel et al. 2001, Mengel et al. 2007c, Kehl et al. 2011). Diese Patienten befanden sich ebenfalls in einem Recall-System.

Bei dem Vergleich von Zähnen und Implantaten innerhalb der Doppelkronenversorgungen konnte beobachtet werden, dass sich Implantate mit 4,3 mm Attachmentlevelverlust, im Gegensatz zu den Zähnen mit 5 mm Verlust, positiver bewerten lassen. Bei Betrachtung der ermittelten Sondierungstiefe im Verhältnis zum Attachmentlevel zeigt sich, dass die niedrigen Sondierungstiefen zum Teil durch Rezessionen bedingt sind (ST Implantate 3,7 mm; ST Zähne 3,9 mm), was somit - trotz niedrigen Sondierungstiefen - einen Knochenverlust bedeuten kann. Nach Fiorellini und Weber (1994) soll ein Attachmentlevelverlust von 2 mm und mehr als Knochenverlust interpretiert werden können. Hierbei gilt jedoch zu beachten, dass die bezeichneten Werte im Gegensatz zu Röntgenaufnahmen weniger präzise sind (Quirynen et al. 1991).

Die Auswertung des Knochenverlustes nach 3, 5 und 10 Jahren zeigt einen durchschnittlichen Knochenverlust von 8,6% (1,37 mm) nach 10 Jahren. Mit dem zu betrachtenden Aspekt, dass die jährliche Knochenverlustrate mit dem Verlauf der Jahre sank, lässt sich eine relativ gute Prognose für den weiteren Verlauf vermuten. Denn zwischen dem 5. und dem 10. Untersuchungsjahr lag der Knochenverlust pro Jahr im Schnitt nur noch bei 0,11 mm. Mengel et al. (2007 b) zeigten für Patienten mit einer generalisierten aggressiven Parodontitis einen Knochenverlust um Implantate im ersten Jahr nach Einbringen der Suprakonstruktion von 2,07 mm und in den folgenden 9 Jahren von 1,3 mm. Dies kommt einem durchschnittlichen jährlichen Knochenverlust von 0,14 mm gleich. In der Studie wurde zusätzlich eine Kontrollgruppe von parodontal gesunden Patienten untersucht. Für diese ergaben sich deutlich bessere Werte. Der Knochenverlust im ersten Jahr lag bei 1,13 mm und bei 0,11 mm für die folgenden 9 Jahre. Diese Untersuchungen zeigen, dass bei parodontal vorerkrankten Patienten, grundsätzlich mit einem Knochenverlust um Implantate zu rechnen ist. Dieser Umstand ist bei der anzustellenden Planung der Versorgung verantwortungsbewusst mit einzubeziehen. Eine Aufklärung des Patienten sollte auch in dieser Hinsicht erfolgen.

Plastischste Größe der vorliegenden Studie ist die Überlebensrate, da sie sich klar und objektiv definieren lässt und eine studienübergreifende Vergleichbarkeit der Ergebnisse gegeben ist. Gleichwohl der Studie Patienten mit parodontaler Vorerkrankung zu Grunde lagen und für zwei Probanden der Untersuchungszeitraum 20 Jahre umfasst, zeigte sich für die Implantate eine 100%ige Überlebensrate.

Das Review von Koller et al. (2011) beschreibt die Überlebensrate von Zähnen und Implantaten in doppelkronenretinierten herausnehmbaren Prothesen. Die einbezogenen Studien zeigten für die Implantate in Doppelkronenversorgungen der Mandibula eine Überlebensrate von 97 – 100%, bezogen auf eine Beobachtungszeit von 3 bis 10,4 Jahren. In der Maxilla zeigte sich eine 100% ige Überlebensrate nach 3,2 Jahren. Dieser Review gibt Ergebnisse für Patienten ohne eine parodontale Vorerkrankung wieder.

Für Patienten mit einer aggressiven generalisierten Parodontitis (GAgP) und einer chronischen Parodontitis führten Monje et al. 2014 einen systematischen Review durch. Vergleichswerte wurden für parodontal gesunde Patienten überprüft. Die Resultate der Überlebensraten für Patienten mit einer GAgP lagen zwischen 83,3%-100%. Patienten mit einer chronischen Parodontitis erreichten Werte von 96,4%-100% bei Patienten ohne Vorerkrankung war eine Erfolgsrate von 96,9%-100% zu beobachten. Der Untersuchungszeitraum war auf  $48.01 \pm 71.99$  Monate (entspricht  $4 \pm 5.99$  Jahre) angelegt. Die Auswertung dieses Review zeigt, dass im Vergleich zu gesunden Patienten, Patienten mit einer GAgP ein höheres Risiko für einen Implantatverlust aufweisen (Risikoverhältnis 4.00) (Monje et al. 2014). Die somit bei parodontal vorerkrankten Patienten vertretbaren Ergebnisse und die hohe Überlebensrate der Implantate dieser Studie lassen den Schluss zu, dass auch bei GAgP-Patienten eine Implantatversorgung in Betracht gezogen werden kann und sollte.

Die Prävalenz für eine periimplantären Mukositis variiert in der Literatur zwischen 24,7% und 79,2% sowohl für gesunde, als auch parodontal vorerkrankte Patienten (Ferreira et al. 2006, Roos-Jansåker et al. 2006a,b,c, Renvert et al. 2007, De Boever et al. 2009, Rinke et al. 2011, Swierkot et al. 2012). Diese Studie liegt mit einem Wert von 65% der Implantate im mittleren Bereich, gleichwohl hier Patienten mit einer generalisierten aggressiven Parodontitis untersucht wurden. Gute Werte für den Plaque-Index und den Gingival-Index können ursächlich sein. Vergleichbare Werte (Mukositis an 56% der Implantate) erzielte die Studie von Swierkot et al. (2012), die mit einem regelmäßigen Recallsystem ebenfalls niedrige Plaqueakkumulation nachweisen konnten und auch Patienten mit einer GAgP untersucht haben.

Für die Periimplantitis ergeben sich in der Literatur Angaben für die Prävalenz bei gesunden Patienten zwischen 5,4 % und 5,8 % (Karoussis et al. 2003, Rosenberg et al. 2004) sowie von 4,8 % bis 43,3 % bei parodontal erkrankten Patienten (Brocard et al. 2000, Karoussis et al. 2003, Rosenberg et al. 2004, Ferreira et al. 2006, Roos-Jansåker

et al. 2006b; Renvert et al. 2007, Fardal und Linden 2008, De Boever et al. 2009, Swierkot et al. 2012, Aguirre-Zorzano et al. 2014). Die vorliegende Studie zeigte eine Periimplantitisrate von 27,7% der Implantate. Damit liegt sie ebenfalls im mittleren Bereich der bestehenden Angaben. Es lässt sich schlussfolgern, dass das Periimplantitisrisiko für Patienten mit einer generalisierten aggressiven Parodontitis in dieser Studie etwa 5 mal so hoch ist, wie für parodontal gesunde Patienten aus den Studien von Karoussis et al. (2003) und Rosenberg et al. (2004).

Die Rolle des Geschlechts, als einflussnehmender Faktor auf die Langlebigkeit von Implantate, wurde in mehreren Studien untersucht. In einigen wurde kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer periimplantären Erkrankung und dem Geschlecht der Patienten festgestellt (Marrone et al. 2013, McDermott et al. 2003, Naert et al. 2002a,b, Aguirre-Zorzano et al. 2014). In der vorliegenden Studie zeigte sich eine statistisch relevante Abweichung im Rahmen der Kaplan-Meier-Analyse der Periimplantitis. Gemäß dieser Analyse erkrankten Frauen bereits nach 14,4, Männer hingegen erst nach 16,9 Jahren. Dieses Ergebnis tritt damit den gefundenen Ergebnisse der Studien von Mengel et al. (2007 a, b) und Swierkot et al. (2012) bei. Swierkot et al. stellten im Rahmen ihrer Auswertungen ein signifikant geringeres Auftreten von Periimplantitis und eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit für den Implantaterfolg bei Männer fest.

Als Erklärung für dieses indifferente Bild, könnte die tierexperimentelle Studie von Johnson et al. 2002 an Schafen ins Feld geführt werden: Es zeigte sich, dass durch das, mittels Ovariectomie erwirkte, Absinken des Östrogenspiegels die Knochendichte des Alveolarkamms deutlich abnahm. Dieses Ergebnis – reproduziert auf die Geschlechtsspezifika des Menschen – könnte, mit Verweis auf einen vergleichbaren Prozess in der Menopause, Aufschluss geben.

Ob das Alter der Patienten als Risikofaktor eingestuft werden sollte konnte in einigen Studien nicht bestätigt werden (Aguirre-Zorzano et al. 2014, Jemt 1993). Folgende Ansätze weisen allerdings auf ein Risiko hin: Wie bereits beschrieben, sollte für Frauen die Menopause bedacht werden, da sie nachweislich zu einem erhöhten Osteoporoserisiko führt (Johnson et al. 2002). Altersbedingt ändert sich ferner die mineralische Zusammensetzung der Knochen, das Kollagen und die knochenmorphogenetischen Proteine (BMPs) variieren (Syftestad und Urist 1982) und auch die Knochenheilung findet verlangsamt statt (Ekeland et al. 1982). Eine

tierexperimentelle Studie an Ratten ergab, dass die Geschwindigkeit der Einheilung und die Qualität des regenerierten Knochens um eine Implantatoberfläche bei älteren Ratten herabgesetzt war (Shirota et al. 1993). Renvert et al. (2014) und Marrone et al. (2013) wiesen nach, dass das Alter einen statistisch signifikanten negativen Einfluss auf die periimplantäre Gesundheit hat. In der Studie von Renvert et al. (2014) wurde dies auf eine Zunahme chronischer Erkrankungen im Alter zurückgeführt, die für das erhöhte Risiko einer Periimplantitis verantwortlich sein können. Diesem Ansatz folgend wäre das Alter nur als Co-Faktor zu berücksichtigen. In der vorliegenden Studie zeigte sich ebenfalls ein signifikant höheres Risiko für Patienten, die bei der Implantation über 50 Jahre alt waren, an einer Mukositis zu erkranken nach 3 und nach 5 Jahren der Untersuchung.

Koller et al. kamen 2011 in ihrem Review zu Überlebensraten von Implantaten in doppelkronenreinierten Prothesen von 97-100% für Implantate in der Mandibula nach 3-10,4 Jahren. Für die Maxilla lag die Überlebensrate bei 100% allerdings lag die Beobachtungszeit bei lediglich 3,2 Jahren. Da die Prävalenz für eine Periimplantitis mit der Verweildauer der Implantate steigt (Marrone et al. 2013), sind diese Studienergebnisse wenig vergleichbar. Doch auch die neuere Studie von Aguirre-Zorzano et al. (2014) an Patienten mit einer parodontalen Vorerkrankung, hingegen ohne Doppelkronenversorgung, ergab ein höheres Risiko für Implantate der anterioren Mandibula. Die kompaktere Knochenstruktur der Mandibula führt zu besseren Ergebnissen in diesem Bereich. In weiteren Studien, die ebenfalls nicht explizit Doppelkronen oder parodontal vorerkrankte Patienten untersuchten, konnten daher auch höhere Misserfolgsraten für die Maxilla bestimmt werden (Esposito et al. 1998, Friberg et al. 1991, Drago 1992, Buser 1997). Durch die Kaplan-Meier-Analyse der Mukositis zeigt sich auch in der vorliegenden Studie dieses Ergebnis bestätigt. Sie zeigte, dass die Mukositis statistisch deutlich früher im anterioren Bereich des Oberkiefer auftritt, als in dem anterioren Bereich des Unterkiefers. Die statistische Berechnung der Periimplantitiswahrscheinlichkeit konnte nicht erfolgen, da keine Periimplantitis im Unterkiefer aufgetreten ist. Dieser Umstand trägt die oben aufgestellte Hypothese, dass in dieser Region eine bessere Ausgangssituation für eine Implantation vorliegt. Auch die Untersuchung bezüglich des Implantaterfolgs zeigt dieses Ergebnis. Die Implantate, die in der Mandibula inseriert wurden, sind statistisch doppelt so lang erfolgreich wie die Implantate der Maxilla.

Die vorliegende Studie zeigte kein eindeutiges Ergebnis in Hinsicht auf das Material der Primärkronen. Ein signifikantes Ergebnis zeigte sich einzig für die Auswertung der Mukositis nach 5 Jahren (Tab. 5.5). Daraus ist zumindest die Tendenz abzuleiten, dass die verwendete Nicht-Edelmetall-Legierung aus Kobalt, Chrom und Molybdän (NEM) keine schlechteren Ergebnisse als die Goldlegierung hervorbringt. Die dem Gold zugeschriebenen Vorteile der besseren Biokompatibilität sollten überdacht werden. Das moderne NEM-Legierungen den Eigenschaften des klassischen Goldes in keiner wesentlichen Eigenschaft nachstehen, hat 1983 bereits Weber thematisiert. In dessen Studie war die Verträglichkeit von Ni-Cr Legierungen untersucht worden, wobei eine dem Gold entsprechende gute Verträglichkeit beobachtet werden konnte. Selbst bei erwiesener Nickelallergie, wurde bei Ni-Cr Legierungen keine allergische Reaktion im Mund ausgelöst. Besonders bei der Doppelkronenversorgung sollten die Nachteile von goldenen Teleskopen beachtet werden. Nicht-Edelmetall-Legierungen zeigen die stabilsten Friktionskoeffizienten, keine Korrosion und kein Anlaufen (Wassell et al. 2002). Sie sind daher besser geeignet für Doppelkronenversorgungen (Coca et al. 2000).

Einige Studien ergaben, dass in teilbezahnten Kiefern die Mikroflora der Mundhöhle vor der Implantation die periimplantäre Mikroflora bestimmt (Heydenrijk et al. 2002, Quirynen et al. 2001, 2006, De Boever und De Boever 2006), dies lässt auf eine Übertragung der Bakterien von Zähnen auf Implantate schließen (Karoussis et al. 2004, Quirynen et al. 2006). In dessen Konsequenz steht die These zur Überprüfung, dass Implantationen in zahnlose Kiefer bei parodontal vorerkrankten Patienten erfolgreicher sein sollten, da in diesen eine Übertragung von Bakterien ausgeschlossen sein müsste. Zwar zeigen zahnlose Kiefer, die mit Implantaten versorgt wurden, mehr Kokken (71,3%) und signifikant weniger bewegliche Stäbchen (0,4%) und Spirochäten (0,0%) (Quirynen und Listgarten 1990), doch auch bei zahnlosen Patienten bleiben die paropathogenen Keime nach der Extraktion bestehen und eine Infektion des periimplantären Gewebes ist möglich, wenn eine Parodontitis in der Vorgeschichte bestand (Quirynen und van Assche 2011).

Die Kaplan-Meier-Analyse zeigt vorliegend ein statistisch früheres Auftreten der Mukositis bei Implantaten, die mit Zähnen innerhalb der Prothese kombiniert wurden (Tab. 5.8). Es konnte keine weitere statistische Signifikanz ermittelt werden, auch wenn sich eine Tendenz an Hand einer ähnlichen Entwicklung für die Periimplantitis zeigt. Für das Attachmentlevel nach Ablauf der ersten 6 Jahre des Beobachtungszeitraums

ergaben sich im Schnitt um 0,6 mm bessere Ergebnisse für die Implantate, die nicht mit Zähnen innerhalb einer Prothese kombiniert waren. Für zahn- und implantatkombinierte Arbeiten, die mit Prothesen verglichen werden, die nur durch eine Pfeilerart, also Implantat oder Zahn, getragen werden, findet sich wenig Literatur. Eine Studie von Bernhart et al. 2012 untersuchte dies an 63 Prothesen. 16 davon wurden mit Zähnen und Implantaten kombiniert. 19 waren nur von Implantaten und 28 nur von Zähnen als Pfeiler getragen. Die Beobachtungszeit lag bei 2 Jahren. Die Überlebensrate lag für Zähne und Implantate kombiniert bei 100%. In der rein-implantatgetragenen Gruppe gingen hingegen 2 Implantate verloren, in zwei weiteren Fällen wurde eine Periimplantitis diagnostiziert. In der Gruppe der rein zahngetragenen Prothesen konnten 2 Zähne nicht erhalten werden. Die zahn- und implantatgetragenen Prothesen zeigten somit vergleichbare, teilweise gar bessere Ergebnisse. Auch Rammelsberg et al. (2014) kam (unter Mitwirken einer ähnlichen Arbeitsgruppe) zu dem Ergebnis, dass Zahn- und Implantat kombiniert angewendet, sich vorteilhaft gegenüber rein-implantatgetragenen Versorgung zeigen. Die Patienten dieser Studien wiesen keine parodontale Vorerkrankung auf, die Beobachtungszeit lag bei 2,7 Jahren. Die Ergebnisse beider Studien basieren auf recht kurzen Beobachtungszeiträumen, sodass ein Langzeiterfolg bisher nicht beurteilt werden kann.

Die Langzeitergebnisse der vorliegenden Studie, mit einer Implantatüberlebensrate von 100%, zeigen somit sowohl für zahn- und implantat- als auch für rein implantatgetragene Prothesen gute Ergebnisse. Das festgestellte erhöhte Risiko durch eine Implantat-Zahn-Kombination für eine Mukositis und der etwas höhere Attachmentverlust, sollte nicht zu dem Schluss verleiten, eine Exzision frühzeitig vorzunehmen, um eine rein durch Implantate getragene Prothese inserieren zu können.

Es ergaben sich in dieser Studie keine signifikanten Ergebnisse in Hinsicht der Knochenqualität. Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch Swierkot et al. (2012). Montes et al. (2007) zeigten hingegen, dass schlechte Knochenqualität und auch -quantität ein Grund für frühen Implantatverlust sind. In einer älteren Publikation traten teilweise größere Verluste für Implantate, die in Knochen der Qualität 1 inseriert wurden, auf (Truhlar et al. 1994). Allerdings vermuteten die Autoren, dass eine Überhitzung des kompakten Knochens bei der Implantation der Grund für diese Beobachtung sei. In ihrer Folgestudie (Truhlar et al. 1997a) konnten sie durch bessere Ergebnisse in Knochenqualität 1 diese Vermutung belegen. Truhlar et al. (1997b) zeigten, dass



kompakter Knochen, also Knochen hoher Qualität, die schnelle Einheilung eines Implantates begünstigt. Die zwar laut der vorliegenden Analyse statistisch aussagekräftigen Ergebnisse für die Knochenquantität sollten aufgrund der geringen Fallzahlen in den Gruppen neben der großen Gruppe der Knochenquantität B nicht als aussagekräftig gewertet werden.

Für die Untersuchung der Implantatlänge konnte in dieser Studie keine Signifikanz bestimmt werden. Die Kritik an kurzen Implantaten sollte dadurch aber nicht als unbegründet gesehen werden. In der vorliegenden Studie wurden alle Implantate unter 10 mm als kurz gewertet. Es wurde jedoch kein Implantat, das kürzer als 8,5 mm war inseriert. Es ist jedoch keinesfalls unüblich, dass deutlich kürzere Implantate verwendet werden, als die, die im vorliegenden Rahmen als „kurz“ bezeichnet wurden. French et al. (2014) zeigten mit ihrer 10-jährigen Untersuchung von 4591 Implantaten, dass Implantate mit einer Länge von 8 mm keine schlechteren Überlebensraten erzielen, als solche mit 10 mm Länge. Verwendete Implantate mit einer Länge von 6 mm tendierten jedoch zu einer geringeren Überlebensrate. In der posterioren Mandibularegion zeigte diese Länge zwar ebenfalls eine 100%ige Überlebensrate, die posteriore Maxillaregion war mit einer 87%igen Überlebensrate allerdings erheblich niedriger. Gleichwohl haben Implantate mit 6 mm Länge ihre Daseinsberechtigung und führen – im richtigen Gebiet angewandt zu vertretbaren Ergebnissen. Insbesondere in Konstellationen, in denen nur ein sehr beschränktes Knochenangebot vorhanden ist und eine Implantation nur mit einem Sinuslift verbunden möglich wäre, zeigen sich die kurzen Modelle vorteilhaft. In so augmentierten Knochen zeigen sich sehr unterschiedliche Überlebensraten, die zum Teil unter der von 6 mm Implantaten liegen (z.B. 75,57% bis 100% in der Studie von Corbella et al. 2015). Außerdem können dem Patienten die erhöhten Kosten, Zeitaufwand (French et al. 2014) und das erhöhte Komplikationsrisiko (Pjetursson et al. 2008), das ein Sinuslift verursachen kann, erspart werden.

### 4.3 Schlussfolgerung

In dieser Studie zeigte sich eine Implantatüberlebensrate für Patienten mit einer behandelten generalisierten aggressiven Parodontitis und einer herausnehmbaren Doppelkronenversorgung von 100%. 69% der Implantate konnten zum Zeitpunkt der jeweils letzten Untersuchung als erfolgreich gewertet werden. Periimplantäre Mukositis trat an 65%, Periimplantitis an 27,7% der Implantate auf.

Als Risikofaktoren für den Implantaterfolg konnte das weibliche Geschlecht und die Lage des Implantats in der anterioren Maxilla ausgemacht werden. Für das Auftreten einer Mukositis konnte das Alter des Patienten, die Implantation in die Maxilla und die Kombination von Zähnen mit Implantaten in der Doppelkronenversorgung identifiziert werden. Für die Periimplantitis ergab sich lediglich das weibliche Geschlecht als Risikofaktor.

Durch die Komplexität der Beziehungen zwischen den einzelnen Faktoren, ist es schwierig einzelne, als wesentlich zu bezeichnende Parameter herauszubilden, die für Implantatverlust, Mukositis und Periimplantitis verantwortlich sind. Studien, bei denen Probanden zur Verfügung stehen, die lediglich ein differierendes Merkmal aufweisen, sind nur mit erheblichen Aufwand durchzuführen, jedoch der einzig gangbare Weg, im Ausschlussverfahren entscheidende Merkmale herauszufiltern.

Die Ergebnisse demonstrieren jedoch, dass Patienten mit einer generalisierten aggressiven Parodontitis erfolgreich sowohl mit einer Doppelkronenversorgung nur auf Implantaten oder auf Zähnen und Implantaten kombiniert versorgt werden können. Ferner zeigt sich, dass die Patienten, eingebettet in ein regelmäßiges Recallsystem, mit einem Langzeiterfolg rechnen dürfen.

## 5. Zusammenfassung

### 5.1 Zusammenfassung

**Zielsetzung:** Diese Studie soll die Implantatüberlebensraten und Erfolgsraten sowie die Häufigkeit des Auftretens von Mukositis und Periimplantitis in Abhängigkeit von unterschiedlichen Risikofaktoren bei Patienten mit einer generalisierten aggressiven Parodontitis zeigen, die mit Doppelkronen auf Implantaten versorgt wurden. Als Risikofaktoren sollen Geschlecht, Alter, Implantattopographie, Material des Teleskops, Versorgungsart, Knochenqualität und –quantität, Augmentation und die Implantatlänge untersucht werden.

**Material und Methode:** Diese Fallserie untersucht 16 Patienten mit einer behandelten generalisierten aggressiven Parodontitis und 83 Implantaten in Doppelkronenversorgungen über 6 bis 21 Jahre. Die Patienten wurden in ein 3-monatiges Recallprogramm integriert. Neben radiologisch festgestelltem Knochenabbau nach 3, 5 und 10 Jahren wurden auch die klinischen Parameter Plaque-Index, Gingival-Index, Sondierungstiefe und Attachmentlevel ausgewertet. Die in der Studie ermittelte Implantatüberlebensrate wurde definiert als Anzahl der noch in situ befindlichen Implantate. Für den Implantaterfolg wurden folgende Parameter berücksichtigt: keine Mobilität (Lockerungsgrad = 0), Schmerz- und Beschwerdefreiheit des Patienten, kein Fremdkörpergefühl oder Parästhesien, Sondierungstiefe  $\leq 5$  mm ohne BOP, keine periimplantäre radiologische Transluzenz und einen vertikalen Knochenabbau von weniger als 0,2 mm pro Jahr nach dem ersten Jahr unter Belastung. Implantate, die einen oder mehrere dieser Punkte nicht erfüllten wurden als Misserfolg gewertet.

**Ergebnisse:** Der bei den Patienten festgetellte Plaqueindex lag über den gesamten Zeitraum gemittelt bei 0,5. Der Gingivalindex lag bei 0,9. Das durchschnittliche Attachmentlevel war mit 4,3 mm, die Sondierungstiefe mit 3,6 mm an Implantaten festzustellen. Der radiologisch festgestellte Knochenverlust an den Implantaten lag bei 1,37 mm (8,6%) nach 10 Jahren. Es zeigte sich eine Implantatüberlebensrate von 100%. 69% der Implantate konnten zum Zeitpunkt der jeweils letzten Untersuchung als erfolgreich bewertet werden. Eine Mukositis trat an 65 %, Periimplantitis an 27,7% der Implantate auf. Als Risikofaktoren für den Implantatmisserfolg konnte das weibliche Geschlecht und die Lage des Implantats in der anterioren Maxilla ausgemacht werden. Als Risikofaktoren für das Auftreten einer Mukositis konnte das Alter des Patienten, die

Implantation in die Maxilla und die Kombination von Zähnen mit Implantaten in der Doppelkronenversorgung identifiziert werden. Für die Periimplantitis ergab sich lediglich das weibliche Geschlecht als Risikofaktor.

**Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse zeigen, dass eine Doppelkronenversorgung nur auf Implantaten oder auf Zähnen und Implantaten kombiniert für Patienten mit einer generalisierten aggressiven Parodontitis eine geeignete Versorgungsmöglichkeit darstellt. Wenn die Patienten in einem regelmäßigen Recallsystem eingebunden sind, kann mit stabilen Langzeitergebnissen gerechnet werden.

## 5.2 Summary

**Aim:** The aim of the study is to evaluate the implant survival rate, success rate and the prevalence of periimplant mucositis, peri-implantitis in dependence of varying risk factors in patients suffering from generalized aggressive periodontitis (GAgP) who were treated with telescopic double crowns retained on implants. Analyzed risk factors were gender, age, implant topography, material of the telescope, type of denture, quality and quantity of the bone, augmentation and implant length.

**Methods:** The case series examines 16 patients treated for GAgP with 83 dental implants within a double crown retained denture over 6 to 21 years. The patients were integrated in a 3-month recall schedule. Examined was radiologic determined bone loss after 3,5 and 10 years as well as the clinical parameters plaque index, gingival index, probing depth and attachment loss. This study determines the implant success rate, defined as the number of implants still in situ. Implant success was defined as no implant mobility, patient being pain free and without discomfort, foreign body sensation or paresthesia, probing depth  $\leq 5\text{mm}$  without bleeding on probing, no periimplant radiographic translucence or more than 0,2mm annual vertical bone resorption after the first year in function. Implants that did not meet one or more of these criteria would be score as failure.

**Results:** The determined plaque index was averaged over the entire observation period at 0,5 and the gingival index at 0,9. The average attachment loss was 4,3mm on implants, the probing depth 3,6mm. The radiological examined bone loss was 1,37mm (8,6%) after 10 years. Implant survival rate was 100%. 69% of the implants have been rated as successful at its last examination. A periimplant mucositis has been diagnosed at 65% of the implants, a periimplantitis at 27.7%. Risk factors for implant success were female gender and implantation in the anterior region of the maxilla. Risk factors for periimplant mucositis were age, implantation in maxilla region and the combination of teeth and implants within one denture. For periimplantitis was only female gender identified as a risk factor.

**Conclusion:** These results show that the double crown concept on implants or implants and teeth combined can be a sufficient restoration for patients with a treated generalized aggressive periodontitis. Long term success can be expected if a regular recall is observed.

## 6. Literaturverzeichnis

*Agar J.R., Cameron S.M., Hughbanks J.C., Parker M.H.*

Cement removal from restorations luted to titanium abutments with simulated subgingival margins.

J Prosthet Dent 1997; 78: 43-47

*Aglietta M., Siciliano V.I., Blasi A., Sculean A., Brägger U., Lang N.P., Salvi G.E.*

Clinical and radiographic changes at implants supporting single-unit crowns (SCs) and fixed dental prostheses (FDPs) with one cantilever extension. A retrospective study.

Clin Oral Implants Res 2012; 23: 550-555

*Aguirre-Zorzano L.A., Estefanía-Fresco R., Telletxea O., Bravo M.*

Prevalence of peri-implant inflammatory disease in patients with a history of periodontal disease who receive supportive periodontal therapy.

Clin Oral Implants Res 2014; 0: 1-7

*Albandar J.M., Tinoco E.M.B.*

Global epidemiology of periodontal diseases in children and young persons.

Periodontol 2000 2002; 29: 153-176

*Al-Zahrani M.S.*

Implant therapy in aggressive periodontitis patients: a systematic review and clinical implications.

Quintessence Int 2008; 39: 211-215

*Apse P., Zarb G.A., Schmitt A., Lewis D.W.*

The longitudinal effectiveness of osseointegrated dental implants. The Toronto Study: peri-implant mucosal response.

Int J Periodontics Restorative Dent 1991; 11: 94-111

*Armitage G.C.*

Development of a classification system for periodontal diseases and conditions.

Ann Periodontol 1999; 11: 94-111

*Armitage G.C.*

Periodontal diagnoses and classification of periodontal diseases.

Periodontol 2000 2004; 34: 9-21

*Assenza B., Tripodi D., Scarano A., Perrotti V., Piattelli A., Iezzi G., D'Ercole S.*

Bacterial leakage in implants with different implant-abutment connections: an in vitro study.

J Periodontol 2012; 83: 491-497

*Åstrand P., Borg K., Gunne J., Olsson M.*

Combination of natural teeth and osseointegrated implants as prosthesis abutments: a 2-year longitudinal study.

Int J Oral Maxillofac Implants 1991; 6: 305-312

*Behr M., Hofmann E., Rosentritt M., Lang R., Handel G.*

Technical failure rates of double crown-retained removable partial dentures.

Clin Oral Investig 2000; 4: 87-90

*Behr M., Proff P., Leitzmann M., Pretzel M., Handel G., Schmalz G., Driemel O., Reichert T.E., Koller M.* Survey of congenitally missing teeth in orthodontic patients in Eastern Bavaria.

Eur J Orthod 2011; 33: 32-36

*Bernhart G., Koob A., Schmitter M., Gabbert O., Stober T., Rammelsberg P.*

Clinical success of implant-supported and tooth-implant-supported double crown-retained dentures.

Clin Oral Investig 2012; 16: 1031-1037

*Bianco G., Di Raimondo R., Luongo G., Paoleschi C., Piccoli P., Piccoli C., Rangert B.*

Osseointegrated implant for single-tooth replacement: A retrospective multicenter study on routine use in private practice.

Clin Implant Dent Relat Res 2000; 2: 152-158

*Block M.S., Kent J.N., Finger I.M.*

Use of the integral implant for overdenture stabilization.

Int J Oral Maxillofac Implants 1990; 5: 140-147

*Boerrigter E.M., Geertman M.E., Van Oort R.P., Bouma J., Raghoobar G.M., van Waas M.A., van't Hof M.A., Boering G., Kalk W.*

Patient satisfaction with implant retained mandibular overdentures. A comparison with new complete dentures not retained by implants. A multicenter randomized clinical trial.

Br J Oral Maxillofac Surg 1995; 33: 282-288

*Bressan E., Tomasi C., Stellini E., Sivoletta S., Favero G., Berglundh T.*

Implant-supported mandibular overdentures: a cross-sectional study.

Clin Oral Implants Res 2012; 23: 814-819

*Brocard D., Barthet P., Baysse E., Duffort J.F., Eller P., Justumus P., Marin P., Oscaby F., Simonet T., Benqué E., Brunel G.*

A multicenter report on 1022 consecutively placed ITI implants: a 7-year longitudinal study.

Int J Oral Maxillofac Implants 2000; 15: 691-700

*Buser D., Mericske-Stern R., Bernard J.P., Behneke A., Behneke N., Hirt H.P., Belser U.C., Lang N.P.*

Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of prospective multi-center study with 2359 implants.

Clin Oral Implants Res 1997; 8: 161-172

*Büttel A., Bühler N., Marinello C. P.*

Locator oder Kugellanker? Eine Hilfe für die klinische Entscheidungsfindung.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 2009; 119: 901-909



*Carrillo de Albornoz A., Vignoletti F., Ferrantino L., Cárdenas E., De Sanctis M., Sanz M.*

A randomized trial on the aesthetic outcomes of implant-supported restorations with zirconia or titanium abutments.

J Clin Periodontol 2014; 41: 1161-1169

*Cheng T., Sun G., Huo J., He X., Wang Y., Ren Y.F.*

Patient satisfaction and masticatory efficiency of single implant-retained mandibular overdentures using the stud and magnetic attachments.

J Dent 2012; 40: 1018-1023

*Chrcanovic B.R., Albrektsson T., Wennerberg A.*

Reasons for failures of oral implants.

J Oral Rehabil 2014; 41: 443-476

*Coca I., Lotzmann U., Pöggeler R.*

Long-term experience with telescopically retained overdentures (double crown technique).

Eur J Prosthodont Restor Dent 2000; 8: 33-37

*Corbella S., Taschieri S., Del Fabbro M.*

Long-term outcomes for the treatment of atrophic posterior maxilla: a systematic review of literature.

Clin Implant Dent Relat Res 2015; 17: 120-132

*Cordaro L., di Torresanto V.M., Petricevic N., Jornet P.R., Torsello F.*

Single unit attachments improve peri-implant soft tissue conditions in mandibular overdentures supported by four implants.

Clin Oral Implants Res 2013; 24: 536-542

*De Boever A.L., De Boever J.A.*

Early colonization of non-submerged dental implants in patients with a history of advanced aggressive periodontitis.

Clin Oral Implants Res 2006; 17: 8-17

*De Boever A.L., Quirynen M., Coucke W., Theuniers G., De Boever J.A.*

Clinical and radiographic study of implant treatment outcome in periodontally susceptible and non-susceptible patients: a prospective long-term study.

Clin Oral Implants Res 2009; 20: 1341-1350

*Drago C.J.*

Rates of osseointegration of dental implants with regard to anatomical location.

J Prosthodont 1992; 1: 29-31

*Dye B.A.*

Global periodontal disease epidemiology.

Periodontol 2000 2012; 58: 10-25

*Eckert S.E., Wollan P.C.:*

Retrospective review of 1170 endosseous implants placed in partially edentulous jaws.

J Prosthet Dent 1998; 79: 415-421

*Eitner S., Schlegel A., Emeka N., Will J., Hamel J.*

Comparing bar and double-crown attachments in implant-retained prosthetic reconstruction: a follow-up investigation.

Clin Oral Implants Res 2008; 19: 530-537

*Ekeland A., Engesoeter L.B., Langeland N.*

Influence of age on mechanical properties of healing fractures and intact bones in rats.

Acta Orthop Scand 1982; 53: 527-534

*Esposito M., Hirsch J.-M., Lekholm U., Thomsen P.*

Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I) Success criteria and epidemiology.

Eur J Oral Sci 1998; 106: 527-551

*Falk H.*

On occlusal forces in dentitions with implant-supported fixed cantilever prostheses.

Swed Dent J Suppl 1990; 69: 1-40

*Fardal, Ø., Linden G.J.*

Tooth loss and implant outcomes in patients refractory to treatment in a periodontal practice.

J Clin Periodontol 2008; 35: 733-738

*Feine J., Jacobs R., Lobbezoo F., Sessle B.J., Van Steenberghe D., Trulsson M., Fejerskov O., Svensson P.*

A functional perspective on oral implants – state-of-the-science and future recommendations.

J Oral Rehabil 2006; 33: 309-312

*Ferreira S.D., Silva G.L.M., Costa J.E., Cortelli J.R., Costa F.O.*

Prevalence and risk variables for peri-implant disease in Brazilian subjects.

J Clin Periodontol 2006; 33: 929-935

*Fiorellini J.P., Weber H.P.*

Clinical trials on the prognosis of dental implants.

Periodontol 2000 1994; 12: 33-39

*French D., Larjava H., Ofec R.*

Retrospective cohort study of 4591 Strauman implants in private practice setting, with up to 10-year follow-up. Part 1: multivariate survival analysis.

Clin Oral Implants Res 2014; Aug (epub ahead of print)

*Friberg B., Jemt T., Lekholm U.*

Early failures in 4641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses.

Int J Oral Maxillofac Implants 1991; 6: 142-146

*Geertman ME., Boerrigter EM., Van't Hof MA., Van Waas MA., van Oort RP., Boering G., Kalk W.:* Two-center clinical trial of implant-retained mandibular overdentures versus complete dentures-chewing ability.

Community Dent Oral Epidemiol 1996; 24: 79-84

*Graber G.*

Teleskopkronen als Fixationsmittel unterer schleimhautgetragener Prothesen.

Schweiz Monatsschr Zahnheilk 1966; 76: 611-621

*Guess P.C., Att W., Strub J.R.*

Zirconia in fixed implant prosthodontics.

Clin Implant Dent Relat Res 2012; 14: 633-645

*Gungor MA, Artunc C, Sonugelen M.*

Parameters affecting retentive force of conus crowns.

Journal of Oral Rehabilitation 2004; 31: 271-277

*Habre-Hallage P., Dricot L., Jacobs R., van Steenberghe D., Reyhler H., Grandin C.B.*

Brain plasticity and cortical correlates of osseoperception revealed by punctate mechanical stimulation of osseointegrated oral implants during fmri.

Eur J Oral Implantol 2012; 5: 175-190

*Habre-Hallage P. Hermoye L., Gradkowski W., Jacobs R., Reyhler H., Grandin C.B.*

A manually controlled new device for punctuate mechanical stimulation of teeth during functional magnetic resonance imaging studies.

J Clin Periodontol 2010; 37: 863-872

*Harder S., Wolfart S., Egert C., Kern M.*

Three-year clinical outcome of single implant-retained mandibular overdentures – results of preliminary prospective study.

J Dent 2011; 9: 656-661

*Heitz-Mayfield L.J., Lang N.P.*

Comparative biology of cronic and aggressive periodontitis vs. Peri-implantitis.

Periodontology 2010; 53:167-181

*Heydecke G., Zwahlen M., Nicol A., Nisand D., Payer M., Renouard F., Grohmann P., Mühlemann S., Joda T.*

What is the optimal number of implants for fixed reconstructions: a systematic review.  
Clin Oral Implants Res 2012; 23: 217-228

*Heydenrijk K., Meijer H.J., van der Reijden W.A., Raghoobar G.M., Vissink A., Stegenga B.*

Microbiota around root-form endosseous implants: a review of the literature.  
Int J Oral Maxillofac Implants 2002; 17: 829-838

*Himmel R., Pilo R., Assif D., Aviv I.*

The cantilever fixed partial denture – a literature review.  
J Prosthet Dent 1992; 67: 484-487

*Jäger K., Wirz J.*

Mandibular hybrid dentures with 4 implants. An in-vitro stress analysis.  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 1994; 104: 1489-1494

*Jemt T.*

Implant treatment in elderly patients.  
Int J Prosthodont 1993; 6: 456-461

*Jemt T., Chai I., Harnett I., Heath M.R., Hutton I.E., Johns R.B., McKenna S., McNamara D.C., van Steenberghe D., Taylor R., Watson R.M., Hermann I.*

A 5-year prospective multicenter follow-up report on overdentures supported bone osseointegrated implants.  
Int J Oral Maxillofac Implants 1996; 11: 291-298

*Jiang BQ, Lan J, Huang HY, Liang J, Ma XN, Huo LD, Xu X.*

A clinical study on the effectiveness of implant supported dental restoration in patients with chronic periodontal diseases.  
Int J Oral Maxillofac Surg 2013; 42: 256-259

*Johnson R.B., Gilbert J.A., Cooper R.C., Parsell D.E., Stewart B.A., Dai X., Nick T.G., Streckfus C.F., Butler R.A., Boring J.G.*

Effect of estrogen deficiency on skeletal and alveolar bone density in sheep.

J Periodontol 2002; 73: 383-391

*Jung R.E., Zembic A., Pjetursson B.E., Zwahlen M., Thoma D.S.*

Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years.

Clin Oral Implants Res 2012; 23: 2-21

*Karoussis I.K., Muller S., Salvi G.E., Heitz-Mayfield L.J., Bragger U., Lang N.P.*

Association between periodontal and peri-implant conditions: a 10-year prospective study.

Clin Oral Implants Res 2004; 15: 1-7

*Karoussis I.K., Salvi G.E., Heitz-Mayfield L.J.A., Bragger U., Hämmerle C.H.F., Lang N.P.*

Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System.

Clin Oral Implants Res 2003; 14: 329-339

*Kassebaum N.J., Bernabé E., Dahiya M., Bhandari B., Murray C.J.L., Marcenes W.*

Global Burden of Severe Periodontitis in 1990-2010: A systematic review and meta-regression.

J Dent Res 2014; 93: 1045-1053

*Kehl M., Swierkot K., Mengel R.*

Three-Dimensional measurement of bone loss at implants in patients with periodontal disease.

J Periodontol 2011; 82: 689-699

*Kim H.Y., Lee J.Y., Shin S.W., Bryant R.*

Attachment systems for mandibular implant overdentures: a systematic review.

J Adv Prosthodont 2012; 4: 197-203

*Körber K.H.*

Konuskronen – ein physikalisch definiertes Teleskopsystem.

Dtsch Zahnärztl Z 1968; 23: 619-630

*Körber K.H.*

Konuskronen-Teleskope: Einführung in Klinik und Technik.

1. Auflage, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg: Einführung in Klinik und Technik, 1969; 352

*Körber K.H.*

Konuskronen: Das rationelle Teleskopsystem. Einführung in Klinik und Technik.

6. Auflage, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, 1988; 330

*Koldslund O.C., Scheie A.A., Aass A.M.*

The association between selected risk indicators and severity of peri-implantitis using mixed model analyses.

J Clin Periodontol 2011; 38: 285-292

*Koller B., Att W., Strub J.R.*

Survival rates of teeth, implants, and double crown-retained removable dental prostheses: a systematic literature review.

Int J Prosthodont 2011; 24: 109-117

*Korsch M., Obst U., Walther W.*

Cement-associated peri-implantitis: a retrospective clinical observational study of fixed implant-supported restorations using a methacrylate cement.

Clin Oral Implants Res 2014; 25: 797-802

*Krennmair G., Weinländer M., Krainhöfner M., Piehslinger E.*

Implant-supported mandibular overdentures retained with ball or telescopic crown attachments: a 3-year prospective study.

Int J Prosthodont 2006; 19: 164-170

*Lang N., Bartold P.M., Cullinan M., Jeffcoat M., Mombelli A., Murakami S., Page R., Papapanou P., Tonetti M., Van Dyke T.*

Consensus report: aggressive periodontitis.

Ann Periodontol 1999; 4: 53

*Lang N.P., Pjetursson B.E., Tan K., Brägger U., Egger M., Zwahlen M.*

A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. II. Combined tooth-implant-supported FPDs.

Clin Oral Implants Res 2004; 15: 643-653

*Lekholm U., Zarb G.A.*

Patient selection and preparation. In: Brånemark, P.I., Zarb G.A., Albrektsson T.: Tissue integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry

Quintessence Publ Co 1985; 199-209

*Lindquist L.W., Carlsson G.E.*

Long-term effects on chewing with mandibular fixed prostheses on osseointegrated implants.

Acta Odont Scand 1985; 43: 39-45

*Lindquist L.W., Carlsson G.E., Hedegard B.*

Changes in bite force and chewing efficiency after dentive treatment in edentulous patients with denture adaptation difficulties.

J Oral Rehabil 1986; 13: 21



*Linkevicius T., Puisys A., Vindasiute E., Linkeviciene L., Apse P.*

Does residual cement around implant-supported restorations cause peri-implant disease?

A retrospective case analysis.

Clin Oral Implants Res 2013; 24: 1179-1184

*Listgarten M.A.*

Periodontal probing: what does it mean?

J Clin Periodontol 1980; 7: 165-176

*Löe, H. & Silness, J.*

Periodontal Disease in Pregnancy. I. Prevalence and Deverity

Acta Odontol Scand 1963; 21: 533-551

*Mahajan N., Thakkur R.K.*

Overdenture locator attachments for atrophic mandible.

Contemp Clin Dent 2013; 4: 509-511

*Marrone A., Lasserre J., Bercy P., Brex M.C.*

Prevalence and risk factors for peri-implant disease in Belgian adults.

Clin Oral Implants Res 2013; 24: 934-940

*Mason A.G., Holland G.R.*

The reinnervation of healing extraction sockets in the ferret.

J Dent Res 1993; 72: 1215-1221

*McDermott N., Chuang S.-K., Woo V.V., Dodson T.B.*

Complications of dental implants: identification, frequency, and associated risk factors.

Int J Oral Maxillofac Implants 2003; 18: 848-855

*Mengel R., Andreas K., Flores-de-Jacoby L.*

Influencing factors in the long-term success of osseointegrated implants.

Z Zahnärztl Implantol 2007a; 23: 280-306

*Mengel R., Behle M., Flores-de-Jacoby L.*

Osseointegrated implants in subjects treated for generalized aggressive periodontitis: 10-year results of a prospective, long-term cohort study.

J Periodontol 2007b; 78: 2229-2237

*Mengel R., Kreuzer G., Lehmann KM, Flores-de-Jacoby L.*

A telescopic crown concept for the restoration of partially edentulous patients with aggressive generalized periodontitis: a 3-year prospective longitudinal study.

Int J Periodontics Restorative Dent 2007c; 27: 231-239

*Mengel R., Flores-de-Jacoby L.*

Implants in regenerated bone in patients treated for generalized aggressive periodontitis: a prospective longitudinal study.

Int J Periodontics Restorative Dent 2005; 25: 331-341

*Mengel R., Lehmann K.M., Metke W., Wolf J., Florence-de-Jacoby L.*

A telescopic crown concept for the restauration of partially edentulous patients with aggressive generalized periodontitis: two case reports.

Int J Periodontics Restorative Dent 2002; 22: 128-137

*Mengel R., Schröder T., Flores-de-Jacoby L.*

Osseointegrated implants in patients treated for generalized chronic periodontitis and generalized aggressive periodontitis: 3- and 5- year results of a prospective long-term study.

J Periodontol 2001; 72: 977-989

*Micheelis, W.*

Zur Mundgesundheit in Deutschland. Ein oralepidemiologischer Umriss.

Bundesgesundheitsbl 2011; 54: 1022–1026

*Minagi S, Natsuaki N, Nishigawa G, Sato T.*

New telescopic crown design for removable partial dentures.

J Prosthet Dent 1999; 81: 684-688

*Monje A., Alcoforado G., Padial-Molina M., Suarez F., Lin G.H., Wang H.L.*

Generalized Aggressive Periodontitis as a factor for dental implant failure: A systematic-review and meta-analysis.

J Periodontol 2014; 16: 1-17

*Montes C.C., Pereira F.A., Thomé G., Alves E.D., Acedo R.V., de Souza J.R., Melo A.C., Trevilatto P.C.*

Failing factors associated with osseointegrated dental implant loss.

Implant Dent 2007; 16: 404-412

*Mühlemann H.R.*

Tooth mobility: a review of clinical aspects and research findings.

J Periodontol 1967; 38: 686-713

*Naert I., Koutsikakis G., Duyck J., Quirynen M., Jacobs R., Van Steenberghe D.*

Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. Part 1: A longitudinal clinical evaluation.

Clin Oral Implants Res 2002a; 13: 381-389

*Naert I., Koutsikakis G., Quirynen M., Duyck J., Van Steenberghe D., Jacobs R.*

Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. Part 2: A longitudinal radiographic study.

Clin Oral Implants Res 2002b; 13: 390-395

*Naert I., Quirynen M., van Steenberghe D., Darius P.*

A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism.

J Prosthet Dent 1992; 67: 236-245

*Naert I., Quirynen M., Van Steenberghe D., Darius P.:*

The reliability of implant-retained hinging overdentures for the fully edentulous mandible. An up to 9-year longitudinal study.

Clin Oral Investig 1997; 1: 119-124

*Newman M.G., Flemming T.F.*

Periodontal considerations of implants and implant associated microbiota.

J Dent Educ 1988; 52: 737-744

*Nibali L., Farias B.C., Vajgel A., Tu Y.K., Donos N.*

Tooth loss in aggressive periodontitis: a systematic review.

J Dent Res 2013; 92: 868-875

*Nyman S., Lindhe J.*

Untersuchung von Patienten mit parodontaler Erkrankung.

Klinische Parodontologie, Georg Thieme Verlag 1986; 264-271

*Ohkawa S, Hideaki O, Nagasawa T, Tsuru H.*

Changes in re- tention of various telescope crown assemblies over long-term use.

J Prosthet Dent 1990; 64: 153-158

*Page RC, Altman L.C., Ebersole J.L., Vandesteen G.E., Dahlberg W.H., Williams B.L., Osterberg S.K.*

Rapidly progressive periodontitis. A distinct clinical condition.

J Periodontol 1983; 54: 197-209

*Pan Y.H., Lin T.M., Liang C.H.*

Comparison of patient's satisfaction with implant-supported mandibular overdentures and complete dentures.

Biomed J 2014; 37: 156-162

*Papaspyridakos P., Lal K.*

Computer-assisted design/computer-assisted manufacturing zirconia implant fixed complete prostheses: clinical results and technical complications up to 4 years of function.

Clin Oral Implants Res 2013; 24: 659-665

*Passia N., Kern M.*

The single midline implant in the edentulous mandible: a systematic review.

Clin Oral Investig 2014; 18: 1719-1724

*Pjetursson B.E., Tan K., Lang N.P., Brägger U., Egger M., Zwahlen M.*

A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. I. Implant-supported FPDs.

Clin Oral Implants Res 2004a; 15: 625-642

*Pjetursson B.E., Tan K., Lang N.P., Brägger U., Egger M., Zwahlen M.*

A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. IV. Cantilever or extension FPDs

Clin Oral Implants Res 2004b; 15: 667-676

*Pjetursson B.E., Tan W.C., Zwahlen M., Lang N.P.:*

A systematic review of the success of sinus floor evaluation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation – part I: lateral approach.

J Clin Periodontol 2008; 35: 216-240

*Pjetursson B.E., Thoma D., Jung R., Zwahlen M., Zembic A.*

A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years.

Clin Oral Implants Res 2012; 23: 22-38

*Polder B J, Van't Hof M A, Van der Linden F P, Kuipers-Jagtman A. M.*

A meta-analysis of the prevalence of dental agenesis of permanent teeth.

Community Dent Oral Epidemiol 2004; 32: 217–226

*Quirynen M., Listgarten M.A.*

Distribution of bacterial morphotypes around natural teeth and titanium implants ad modum Brånemark.

Clin Oral Implants Res 1990; 1: 8-12

*Quirynen M., Van Assche N.*

Microbial changes after full-mouth tooth extraction, followed by 2-stage implant placement.

J Clin Periodontol 2011; 38: 581-589

*Quirynen M., Peeters W., Naert I., Coucke W., Van Steenberghe D.*

Peri-implant health around screw-shaped c.p. titanium machined implants in partially edentulous patients with or without ongoing periodontitis.

Clin Oral Implants Res 2001; 12: 589-594

*Quirynen M., van Steenberghe D., Jacobs R., Schotte A., Darius P.*

The reliability of pocket probing around screw-type implants.

Clin Oral Implants Res 1991; 2: 186-192

*Quirynen M., Vogels R., Peeters W., Van Steenberghe D., Naert I., Haffajee A.*

Dynamics of initial subgingival colonization of 'pristine' peri-implant pockets.

Clin Oral Implants Res 2006; 17: 25-37

*Raghoobar G.M., Meijer H.J., Slot W., Slater J.J., Vissink A.*

A systematic review of implant-supported overdentures in the edentulous maxilla, compared to the mandible: How many implants?

Eur J Oral Implantol 2014; 7: 191-201

*Rammelsberg P., Bernhart G., Lorenzo Bermejo J., Schmitter M., Schwarz S.*

Prognosis of implants and abutment teeth under combined tooth-implant-supported and solely implant-supported double-crown-retained removable dental prostheses.

Clin Oral Implants Res 2014; 25: 813-818

*Rangert B., Jemt T., Jorneus L.*

Forces and moments on Branemark implants.

Int J Oral Maxillofac Implants 1989; 4: 241-247

*Renvert S., Aghazadeh A., Hallström H., Rutger Persson G.*

Factors related to peri-implantitis – a retrospective study.

Clin Oral Implants Res 2014; 25: 522-529.

*Renvert S., Roos-Jansåker A.-M., Lindahl C., Renvert H., Rutger Persson G.*

Infection at titanium implants with or without a clinical diagnosis of inflammation.

Clin Oral Implants Res 2007; 18: 509-516

*Richter, E.-J.*

Prothetik im Unterkiefer – In-vivo-Messungen zur Unterkieferdeformation und Konsequenzen für Implantatverankerte Suprakonstrukturen.

Schweiz Monatsschrift für Zahnmedizin 1999; 109-117

*Rinke S., Ohl S., Ziebolz D., Lange K., Eickholz P.*

Prevalence of periimplant disease in partially edentulous patients: a practice-based cross-sectional study.

Clin Oral Implants Res 2011; 22: 826-833

*Roos-Jansåker A.-M., Lindahl C., Renvert H., Renvert S.*

Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part I: implant loss and associations to various factors.

J Clin Periodontol 2006a; 33: 283-289

*Roos-Jansåker A.-M., Lindahl C., Renvert H., Renvert S.*

Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: presence of peri-implant lesions.

J Clin Periodontol 2006b; 33: 290-295

*Roos-Jansåker A.-M., Lindahl C., Renvert H., Renvert S.*

Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part III: factors associated with peri-implant lesions.

J Clin Periodontol 2006c; 33: 296-301

*Rosenberg E.S., Cho S.C., Elian N., Jalbout Z.N., Froum S., Evian C.I.*

A comparison of characteristics of implant failure and survival in periodontally compromised and periodontally healthy patients: a clinical report.

Int J Oral Maxillofac Implants 2004; 19: 873-879

*Rowe M.J., Tracey D.J., Mahns D.A., Sahai V., Ivanusic J.J.*

Mechanosensory perception: are there contributions from bone-associated receptors?

Clin Exp Pharmacol Physiol 2005; 32: 100-108

*Sailer I., Mühlemann S., Zwahlen M., Hämmerle C.H.F., Schneider D.*

Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates.

Clin Oral Implants Res 2012; 23: 163-201

*Scheuber S., Hicklin S., Brägger U.*

Implants versus short-span fixed bridges: survival, complications, patients' benefits. A systematic review on economic aspects.

Clin Oral Implants Res 2012; 23: 50-62

*Scholander S.*

A retrospective evaluation of 259 single-tooth replacements by the use of Branemark implants.

Int J Prosthodont 1999; 12: 483-491

*Schou S.*

Implant treatment in periodontitis-susceptible patients: a systematic review.

J Oral Rehabil 2008; 35: 9-22

*Schwarz S., Schröder C., Hassel A., Bömicke W., Rammelsberg P.*

Survival and chipping of zirconia-based and metal-ceramic implant-supported single crowns.

Clin Implant Dent Relat Res 2012; 14: 119-125



*Serino G., Ström C.*

Peri-implantitis in partially edentulous patients: association with inadequate plaque control.

Clin Oral Implants Res 2009; 20: 169-174

*Shirotu T., Ohono K., Suzuki K., Michi K.*

The effect of aging on the healing of hydroxylapatite implants.

J Oral Maxillofac Surg 1993; 51: 51-56

*Silness, J. & Loe, H.*

Periodontal Disease in Pregnancy. II. Correlation between Oral Hygiene and Periodontal Condition.

Acta Odontol Scand 1964; 22: 121-135

*Spiekermann H., Jansen V.K., Richter E.J.*

A 10-year follow-up study of IMZ and TPS implants in the edentulous mandible using bar-retained overdentures.

Int J Oral Maxillofac Implants 1995; 10: 231-243

*Stark H.*

Kann verlorengegangene Haftkraft parallelwandiger Doppelkronen dauerhaft wiederhergestellt werden?

Quintessenz 1995; 46: 1307-1321

*Stephens G.J., di Vitale N., O'Sullivan E., McDonald A.*

The influence of inear implant divergence on the retention characteristics of locator attachments, a laboratory study.

J Prostodont 2014; 23: 467-475

*Strub J.R., Rohner D., Schärer P.*

Die Versorgung des Lückengebisses mit implantatgetragenen Brücken. Eine Longitudinalstudie über 7 ½ Jahre.

Z Zahnärztl Implantol 1987; 3: 242-254

*Susin C., Haas A.N., Albandar J.M.*

Epidemiology and demographics of aggressive periodontitis.

Periodontol 2000 2014; 65: 27-45

*Swierkot K., Lottholz P., Flores-de-Jacoby L., Mengel R.*

Mucositis, peri-implantitis, implant success, and survival of implants in patients with treated generalized aggressive periodontitis: 3- to 16- year results of a prospective long-term cohort study.

J Periodontol 2012; 83: 1213-1225

*Syftestad G.T., Urist M.R.*

Bone aging.

Clin Orthop Relat Res 1982; Jan-Feb: 288-297

*Tallgren A.*

The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: A mixed-longitudinal study covering 25 years.

J Prosthet Dent 1972; 27: 120-132

*Truhlar R.S., Morris H.F., Ochi S., Winkler S.*

Second-stage failures related to bone quality in patients receiving endosseous dental implants: DICRG interim report no.7.

Implant Dent 1994; 3: 252-255

*Truhlar R.S., Farish S.E., Scheitler L.E., Morris H.F., Ochi S.*

Bone quality and implant design-related outcomes through stage II surgical uncovering of spectra-system root form implants.

J Oral Maxillofac Surg 1997a; 55: 46-54

*Truhlar R.S., Orenstein I.H., Morris H.F., Ochi S.*

Distribution of bone quality in patients receiving endosseous dental implants.

J Oral Maxillofac Surg 1997b; 55: 38-45

*Tymstra N., Raghoobar G.M., Vissink A., Meijer H.J.*

Maxillary anterior and mandibular posterior residual ridge resorption in patients wearing a mandibular implant-retained overdenture.

J Oral Rehabil 2011; 38: 509-516

*Updegrave, W.J.*

Right-angle dental radiography.

Dent Clin North Am 1986; 11: 571-579

*Verma R., Joda T., Brägger U., Wittneben J.G.*

A systematic review of clinical performance of tooth-retained and implant-retained double crown prostheses with a follow-up of  $\geq 3$  years.

J Prosthodont 2013; 22: 2-12

*Wassell R.W., Walls A.W., Steele J.G.*

Crowns and extra-coronal restorations: materials selection.

Br Dent J 2002; 192: 199-202, 205-211

*Watson Ch.J., Ogden A.R., Tinsley D., Russell J.L., Davison E.M.*

A 3- to 6-year study of overdentures supported by hydroxyapatite-coated endosseous dental implants.

Int J Prosthodont 1998; 11: 610-619

*Weaver J.D.*

Telescopic copings in restorative dentistry.

J Prosthet Dent 1989; 61: 429-433

*Weber H.*

The clinical acceptance of dental nickel-chrome alloys.

Int Dent J 1983; 33: 49-54

*Wenz H.J., Lehmann K.M.*

A telescopic crown concept for the restauration of the partially edentulous arch: The marburg double crown system.

Int J Prosthodont 1998; 11: 541-550

*Wilson G.W.*

The positive relationship between excess cement and peri-implant disease: a prospective clinical endoscopic study.

J Periodontol 2009; 80: 1388-1392

*Wisth P. J., Thunold K., Bøe O. E.*

Frequency of hypodontia in relation to tooth size and dental arch width.

Acta Odontol Scand 1974; 32: 201–206

*Zou D., Wu Y., Huang W., Wang F., Wang S., Zhang Z., Zhang Z.*

A 3-year prospective clinical study of telescopic crown, bar, and locator attachments for removable four implant-supported maxillary overdentures.

Int J Prosthodont 2013; 26: 566-573

## 7. Anhang

### 7.1 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2.1 Implantatverteilung	30
Tabelle 3.1 Patientenkollektiv nach Beobachtungszeitraum	41
Tabelle 3.2 Plaque-Index (PI) und Gingival-Index (GI)	43
Tabelle 3.3 Attachmentlevel (AL) von Zähnen und Implantaten in zahn- und implantat- und rein-implantatgetragenen Prothesen	45
Tabelle 3.4 Knochenverlust	46
Tabelle 5.1 Implantatbezogene Kaplan Meier Analyse m. E. Implantatmisserfolg	99
Tabelle 5.2 Patientenbezogene Risikofaktoren für Mukositis nach 3 Jahren	100
Tabelle 5.3 Implantatbezogene Risikofaktoren für Mukositis nach 3 Jahren	101
Tabelle 5.4 Patientenbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 5 Jahren	102
Tabelle 5.5 Implantatbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 5 Jahren	103
Tabelle 5.6 Patientenbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 10 Jahren	104
Tabelle 5.7 Implantatbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 10 Jahren	105
Tabelle 5.8 Implantatbezogene Kaplan Meier Analyse mit Ereignis Mukositis	106
Tabelle 5.9 Patientenbezogene Risikofaktoren für Periimplantitis nach 3 Jahren	107
Tabelle 5.10 Implantatbezogene Risikofaktoren für Periimplantitis nach 3 Jahren	108
Tabelle 5.11 Patientenbezogene Risikofaktoren für Periimplantitis nach 5 Jahren	109
Tabelle 5.12 Implantatbezogene Risikofaktoren für Periimplantitis nach 5 Jahren	110
Tabelle 5.13 Patientenbezogene Risikofaktoren f. Periimplantitis nach 10 Jahren	111
Tabelle 5.14 Implantatbezogene Risikofaktoren f. Periimplantitis nach 10 Jahren	112
Tabelle 5.15 Implantatbezogene Kaplan Meier Analyse m. E. Periimplantitis	113

## 7.2 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1.1 Einzelkrone auf Implantat	5
Abbildung 1.2 rein implantatgetragene Brücke	10
Abbildung 1.3 Druckknöpfe auf 4 Implantaten	16
Abbildung 1.4 Locatoren auf 4 Implantaten	18
Abbildung 1.5 Steg auf 4 und auf 2 Implantaten	20
Abbildung 1.6 Magnete auf 4 Implantaten	23
Abbildung 1.7 Doppelkronen auf 4 Implantaten	24
Abbildung 1.8 Doppelkronen	25
Abbildung 2.1 Zeitlicher Ablauf der Studie	36
Abbildung 3.1 Plaque-Index (PI) und Gingival-Index (GI)	42
Abbildung 3.2 Attachmentlevel von Zähnen und Implantaten in zahn- und implantat- und rein-implantatgetragenen Prothesen	44
Abbildung 3.3 Implantaterfolg nach Geschlecht	47
Abbildung 3.4 Implantaterfolg nach Topographie	48
Abbildung 3.5 Implantaterfolg nach Knochenquantität	50
Abbildung 3.6 Mukositis nach Topographie	53
Abbildung 3.7 Mukositis nach Versorgungsart	54
Abbildung 3.8 Mukositis nach Augmentation	56
Abbildung 3.9 Periimplantitis nach Geschlecht	57
Abbildung 3.10 Periimplantitis nach Knochenquantität	59

## 7.3 Tabellen

Implantate	Anzahl	Anzahl	p-Wert des	Werte
	Implantate	Misserfolg	Log-Rank-Tests	(MW-Schätzer, [95%-KI])
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	42	27	<b>0,033</b>	„m“ (12,24 [9,95; 14,52]) vs.
männlich	41	20		„w“ (9,15 [7,21; 11,09])
<b>Alter</b>				
≥50 Jahre	35	17	0,614 (n.s.)	
<50 Jahre	48	30		
<b>Topographie</b>				
anteriore Maxilla	37	24	<b>0,017</b>	„ant. Max“ (7,78 [6,16; 9,39]) vs.
posteriore Maxilla	23	15		„ant. Man“ (15,51 [12,21; 18,81])
anteriore Mandibula	16	5		(p<=0,0083)
posteriore Mandibula	7	3		
<b>Material des Teleskops</b>				
Co-Cr-Mo	56	34	0,245 (n.s.)	
Gold	27	13		
<b>Versorgungsart</b>				
rein-Implantatgetragen	50	25	0,780 (n.s.)	
Zahn- & Implantatgetragen	33	22		
<b>Knochenqualität</b>				
1	6	4	0,462 (n.s.)	
2	77	43		
3	0	0		
4	0	0		
<b>Knochenquantität</b>				
A	3	3	< <b>0,003</b>	„A“ (4,33 [0,00; 8,91])
B	64	34		„B“ (12,00 [10,12; 13,88])
C	4	4		„C“ (5,00 [5,00; 5,00])
D	12	6		„D“ (5,25 [4,72; 5,78])
				Signifikant: A/B; B/C (p<=0,0083)
<b>Knochenaufbau</b>				
Ja	34	14	0,274 (n.s.)	
Nein	49	33		
<b>Implantatlänge</b>				
≤10mm	31	18	0,309 (n.s.)	
>10mm	52	29		

**Tab. 5.1 Implantatbezogene Kaplan Meier Analyse mit Ereignis  
Implantatmisserfolg**

Patienten	Anzahl Patienten	Anzahl Mukositis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	16	7		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	8	4	1	
männlich	8	3	0,600 (0,082; 4,400)	0,615
<b>Alter</b>				
≥50	9	5	1	
<50	7	2	0,320 (0,039; 2,618)	0,288
<b>Tabakkonsum</b>				
Raucher	1	1	n.b.	
Nicht-Raucher	15	6		

**Tab. 5.2 Patientenbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 3 Jahren**



Implantate	Anzahl Implantate	Anzahl Mukositis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	83	19		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	42	11	1	
männlich	41	8	0,683 (0,243; 1,922)	0,47
<b>Alter</b>				
≥50 Jahre	35	14	1	
<50 Jahre	48	5	0,174 (0,055; 0,549)	<b>0,003</b>
<b>Topographie</b>				
anteriore Maxilla	37	13	1	
posteriore Maxilla	23	6	0,652 (0,206; 2,057)	0,465
anteriore Mandibula	16	0	n.b.	
posteriore Mandibula	7	0	n.b.	
<b>Material des Teleskops</b>				
Co-Cr-Mo	56	10	1	
Gold	27	9	2,300 (0,803; 6,589)	0,121
<b>Versorgungsart</b>				
rein-Implantatgetragen	50	8	1	
Zahn- & Implantatgetragen	33	11	2,625 (0,922; 7,476)	0,071
<b>Knochenqualität</b>				
1	6	0	n.b.	
2	77	19	n.b.	
3	0	0	n.b.	
4	0	0	n.b.	
<b>Knochenquantität</b>				
A	3	2	1	
B	64	12	8,667 (0,725; 103,612)	0,088
C	4	4	n.b.	
D	12	1	22,000 (0,938; 515,872)	0,055
<b>Knochenaufbau</b>				
Ja	34	0	n.b.	
Nein	49	19	n.b.	
<b>Implantatlänge</b>				
≤10mm	31	9	1	
>10mm	52	10	0,582 (0,206; 1,643)	0,307

Tab. 5.3 Implantatbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 3 Jahren

Patienten	Anzahl Patienten	Anzahl Mukositis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	16	5		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	8	4	1	
männlich	8	1	0,143 (0,012; 1,762)	0,129
<b>Alter</b>				
≥50	9	4	1	
<50	7	1	0,208 (0,017; 2,518)	0,217
<b>Tabakkonsum</b>				
Raucher	1	1	n.b.	
Nicht-Raucher	15	4		

**Tab. 5.4 Patientenbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 5 Jahren**

Implantate	Anzahl Implantate	Anzahl Mukositis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	83	9		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	42	7	1	
männlich	41	2	0,256 (0,050; 1,317)	0,103
<b>Alter</b>				
≥50 Jahre	35	7	1	
<50 Jahre	48	2	0,174 (0,034; 0,897)	<b>0,037</b>
<b>Topographie</b>				
anteriore Maxilla	37	6	1	
posteriore Maxilla	23	3	0,775 (0,174; 3,458)	0,738
anteriore Mandibula	16	0	n.b.	
posteriore Mandibula	7	0	n.b.	
<b>Material des Teleskops</b>				
Co-Cr-Mo	56	3	1	
Gold	27	6	5,048 (1,155; 22,067)	<b>0,031</b>
<b>Versorgungsart</b>				
rein-Implantatgetragen	50	6	1	
Zahn- & Implantatgetragen	33	3	0,733 (0,170; 3,163)	0,677
<b>Knochenqualität</b>				
1	6	0	n.b.	
2	77	9	n.b.	
3	0	0	n.b.	
4	0	0	n.b.	
<b>Knochenquantität</b>				
A	3	2	1	
B	64	1	126,000 (5,626; 2821,657)	<b>0,002</b>
C	4	4	n.b.	
D	12	2	10,000 (0,584; 171,202)	0,112
<b>Knochenaufbau</b>				
Ja	34	1	1	
Nein	49	8	6,439 (0,766; 54,118)	0,086
<b>Implantatlänge</b>				
≤10mm	31	4	1	
>10mm	52	5	0,718 (0,178; 2,904)	0,642

Tab. 5.5 Implantatbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 5 Jahren

Patienten	Anzahl Patienten	Anzahl Mukositis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	8	4		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	2	2	n.b.	
männlich	6	2		
<b>Alter</b>				
≥50	3	1	n.s.	
<50	5	3		
<b>Tabakkonsum</b>				
Raucher	0	0	n.b.	
Nicht-Raucher	8	4		

**Tab. 5.6 Patientenbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 10 Jahren**

Implantate	Anzahl Implantate	Anzahl Mukositis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	38	7		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	13	3	1	
männlich	25	4	0,635 (0,119; 3,392)	0,595
<b>Alter</b>				
≥50 Jahre	8	2	1	
<50 Jahre	30	5	0,600 (0,093; 3,878)	0,592
<b>Topographie</b>				
anteriore Maxilla	15	4	1	
posteriore Maxilla	10	3	1,179 (0,200; 6,931)	0,856
anteriore Mandibula	10	0	n.b.	
posteriore Mandibula	3	0	n.b.	
<b>Material des Teleskops</b>				
Co-Cr-Mo	38	7	n.b.	
Gold	0	0	n.b.	
<b>Versorgungsart</b>				
rein-Implantatgetragen	11	1	1	
Hybrit-Prothese	27	6	2,857 (0,302; 27,025)	0,36
<b>Knochenqualität</b>				
1	6	0	n.b.	
2	32	7	n.b.	
3	0	0	n.b.	
4	0	0	n.b.	
<b>Knochenquantität</b>				
A	3	3	n.b.	
B	35	4	n.b.	
C	0	0	n.b.	
D	0	0	n.b.	
<b>Knochenaufbau</b>				
Ja	10	1	1	
Nein	28	6	2,455 (0,258; 23,395)	0,435
<b>Implantatlänge</b>				
≤10mm	8	1	1	
>10mm	30	6	1,750 (0,179; 17,080)	0,63

Tab. 5.7 Implantatbezogene Risikofaktoren der Mukositis nach 10 Jahren

Implantate	Anzahl Implantate	Anzahl Mukositis	p-Wert des Log-Rank-Tests	Werte (MW-Schätzer, [95%-KI])
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	42	29	0,175 (n.s.)	
männlich	41	25		
<b>Alter</b>				
≥50 Jahre	35	23	0,059 (n.s.)	
<50 Jahre	48	31		
<b>Topographie</b>				
anteriore Maxilla	37	29	<b>0,002</b>	<b>Signifikant:</b>
posteriore Maxilla	23	17		„ant.Max“ (6,25 [5,06; 7,44])
anteriore Mandibula	16	5		„ant. Man“ (14,82 [11,10; 18,53])
posteriore Mandibula	7	3		(p<=0,0083)
<b>Material des Teleskops</b>				
Co-Cr-Mo	56	38	0,284 (n.s.)	
Gold	27	16		
<b>Versorgungsart</b>				
rein-Implantatgetragen	50	25	<b>0,006</b>	„rein Impl“ (10,15 [8,57; 11,73]) vs.
Zahn- & Implantatgetragen	33	29		„Zahn- & Impl“ (7,17 [5,32; 9,01])
<b>Knochenqualität</b>				
1	6	4	0,691 (n.s.)	
2	77	50		
3	0	0		
4	0	0		
<b>Knochenquantität</b>				
A	3	3	0,067 (n.s.)	
B	64	41		
C	4	4		
D	12	6		
<b>Knochenaufbau</b>				
Ja	34	14	<b>0,002</b>	„Keinen“ (7,58 [5,90; 9,27]) vs.
Nein	49	40		„Aufbau“ (11,06 [9,34; 12,78])
<b>Implantatlänge</b>				
≤10mm	31	21	0,401(n.s.)	
>10mm	52	33		

Tab. 5.8 Implantatbezogene Kaplan Meier Analyse mit Ereignis Mukositis

Patienten	Anzahl Patienten	Anzahl Periimplantitis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	16	5		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	8	3	1	
männlich	8	2	0,556 (0,065; 4,755)	0,592
<b>Alter</b>				
≥50	9	3	1	
<50	7	2	0,800 (0,093; 6,848)	0,093
<b>Tabakkonsum</b>				
Raucher	1	1	n.s.	
Nicht-Raucher	15	4		

**Tab. 5.9 Patientenbezogene Risikofaktoren für Periimplantitis nach 3 Jahren**

Implantate	Anzahl Implantate	Anzahl Periimplantitis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	83	14		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	42	9	1	
männlich	41	5	0,494 (0,150; 1,627)	0,494
<b>Alter</b>				
≥50 Jahre	35	9	1	
<50 Jahre	48	5	0,336 (0,102; 1,112)	0,074
<b>Topographie</b>				
anteriore Maxilla	37	9	1	
posteriore Maxilla	23	5	0,864 (0,249; 2,996)	0,818
anteriore Mandibula	16	0	n.s.	
posteriore Mandibula	7	0	n.s.	
<b>Material des Teleskops</b>				
Co-Cr-Mo	56	7	1	
Gold	27	7	2,450 (0,761; 7,891)	0,133
<b>Versorgungsart</b>				
rein-Implantatgetragen	50	7	1	
Zahn- & Implantatgetragen	33	7	1,654 (0,521; 5,251)	0,393
<b>Knochenqualität</b>				
1	6	0	n.s.	
2	77	14	n.s.	
3	0	0	n.s.	
4	0	0	n.s.	
<b>Knochenquantität</b>				
A	3	2	1	
B	64	8	0,071 (0,006; 0,881)	<b>0,039</b>
C	4	4	n.s.	
D	12	0	n.s.	
<b>Knochenaufbau</b>				
Ja	34	0	n.s.	
Nein	49	14	n.s.	
<b>Implantatlänge</b>				
≤10mm	31	7	1	
>10mm	52	7	0,533 (0,167; 1,699)	0,288

Tab. 5.10 Implantatbezogene Risikofaktoren für Periimplantitis nach 3 Jahren



Patienten	Anzahl Patienten	Anzahl Periimplantitis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	16	3		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	8	2	1	
männlich	8	1	0,429 (0,031; 5,985)	0,592
<b>Alter</b>				
≥50	9	2	1	
<50	7	1	0,583 (0,042; 8,146)	0,689
<b>Tabakkonsum</b>				
Raucher	1	0	n.s.	
Nicht-Raucher	15	3		

**Tab. 5.11 Patientenbezogene Risikofaktoren für Periimplantitis nach 5 Jahren**

Implantate	Anzahl Implantate	Anzahl Periimplantitis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	83	7		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	42	5	1	
männlich	41	2	0,411 (0,075; 2,257)	0,306
<b>Alter</b>				
≥50 Jahre	35	5	1	
<50 Jahre	48	2	0,261 (0,048; 1,432)	0,122
<b>Topographie</b>				
anteriore Maxilla	37	5	1	
posteriore Maxilla	23	2	0,610 (0,108; 3,437)	0,575
anteriore Mandibula	16	0	n.s.	
posteriore Mandibula	7	0	n.s.	
<b>Material des Teleskops</b>				
Co-Cr-Mo	56	3	1	
Gold	27	4	3,072 (0,636; 14,841)	0,162
<b>Versorgungsart</b>				
rein-Implantatgetragen	50	4	1	
Zahn- & Implantatgetragen	33	3	1,150 (0,240; 5,506)	0,861
<b>Knochenqualität</b>				
1	6	0	n.s.	
2	77	7	n.s.	
3	0	0	n.s.	
4	0	0	n.s.	
<b>Knochenquantität</b>				
A	3	2	1	
B	64	1	0,008 (0,000; 0,178)	<b>0,002</b>
C	4	4	n.s.	
D	12	0	n.s.	
<b>Knochenaufbau</b>				
Ja	34	0	n.s.	
Nein	49	7	n.s.	
<b>Implantatlänge</b>				
≤10mm	31	3	1	
>10mm	52	4	0,778 (0,162; 3,730)	0,162

Tab. 5.12 Implantatbezogene Risikofaktoren für Periimplantitis nach 5 Jahren

Patienten	Anzahl Patienten	Anzahl Periimplantitis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	8	2		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	2	1	1	
männlich	6	1	0,200 (0,006; 6,664)	0,368
<b>Alter</b>				
≥50	3	1	1	
<50	5	1	0,500 (0,019; 12,898)	0,676
<b>Tabakkonsum</b>				
Raucher	0	0	n.s.	
Nicht-Raucher	8	2		

**Tab. 5.13 Patientenbezogene Risikofaktoren für Periimplantitis nach 10 Jahren**

Implantate	Anzahl Implantate	Anzahl Periimplantitis	Univariate Analyse OR (95% CI)	P
<b>Total</b>	38	5		
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	13	2	1	
männlich	25	3	0,750 (0,109; 5,167)	0,77
<b>Alter</b>				
≥50 Jahre	8	2	1	
<50 Jahre	30	3	0,333 (0,045; 2,453)	0,281
<b>Topographie</b>				
anteriore Maxilla	15	4	n.s.	
posteriore Maxilla	10	1	n.s.	
anteriore Mandibula	10	0	n.s.	
posteriore Mandibula	3	0	n.s.	
<b>Material des Teleskops</b>				
Co-Cr-Mo	38	5	n.s.	
Gold	0	0	n.s.	
<b>Versorgungsart</b>				
rein-Implantatgetragen	11	0	n.s.	
Zahn- & Implantatgetragen	27	5	n.s.	
<b>Knochenqualität</b>				
1	6	0	n.s.	
2	32	5	n.s.	
3	0	0	n.s.	
4	0	0	n.s.	
<b>Knochenquantität</b>				
A	3	3	n.s.	
B	35	2	n.s.	
C	0	0	n.s.	
D	0	0	n.s.	
<b>Knochenaufbau</b>				
Ja	10	0	n.s.	
Nein	28	5	n.s.	
<b>Implantatlänge</b>				
≤10mm	8	1	n.s.	
>10mm	30	4	n.s.	

Tab. 5.14 Implantatbezogene Risikofaktoren Periimplantitis nach 10 Jahren

Implantate	Anzahl Implantate	Anzahl Periimplantitis	p-Wert des Log-Rank-Tests	Werte (MW-Schätzer, [95%-KI])
<b>Geschlecht</b>				
weiblich	42	15	<b>0,039</b>	„m“ (16,90 [14,96; 18,84]) vs.
männlich	41	8		„w“ (14,42 [11,79; 17,04])
<b>Alter</b>				
≥50 Jahre	35	11	0,173 (n.s.)	
<50 Jahre	48	12		
<b>Topographie</b>				
anteriore Maxilla	37	15	0,568 (n.s.)	
posteriore Maxilla	23	8		
anteriore Mandibula	16	0		
posteriore Mandibula	7	0		
<b>Material des Teleskops</b>				
Co-Cr-Mo	56	14	0,093 (n.s.)	
Gold	27	9		
<b>Versorgungsart</b>				
rein-Implantatgetragen	50	15	0,358 (n.s.)	
Zahn- und Implantatgetragen	33	8		
<b>Knochenqualität</b>				
1	6	4	n.b.	
2	77	50		
3	0	0		
4	0	0		
<b>Knochenquantität</b>				
A	3	3	<b>&lt; 0,0005</b>	„A“ (4,33 [0,00; 8,91])
B	64	41		„B“ (17,16 [15,44; 18,88])
C	4	4		„C“ (5,00 [5,00; 5,00])
D	12	6		„D“ (16,16 [14,47; 17,85])
				Signifikant: A/B; B/C; C/D (p<=0,0083)
<b>Knochenaufbau</b>				
Ja	34	7	0,274 (n.s.)	
Nein	49	16		
<b>Implantatlänge</b>				
≤10mm	31	10	0,309 (n.s.)	
>10mm	52	13		

Tab. 5.15 Implantatbezogene Kaplan Meier Analyse mit Ereignis Periimplantitis

#### **7.4 Verzeichnis Akademischer Lehrer**

Meine akademischen Lehrer an der Philipps – Universität in Marburg waren die Damen und Herren Professoren und Dozenten:

Arweiler, Ausschill, Braun, Cetin, Czubayko, Feuser, Frankenberger, Gente, Gloerfeld, Grundmann, Hellak, Hilt, Himpel, Höffken, Kanngießer, Koolmann, Korbmacher-Steiner, Kuhl, Lamp, Lill, Lotzmann, Mandic, Mandrek, Mengel, Milani, Mittag, Moll, Mutters, Neff, Neumüller, Nonnenmacher, Ohnmeiß, Pieper, Ramaswamy, Rausch, Richter, Roessler, Roggendorf, Schwartig, Teymoortash, Weber, Weihe, Westermann, Wrocklage.

## **7.5 Lebenslauf**

## **7.6 Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Reiner Mengel für die freundliche Überlassung des Dissertationsthemas und die Betreuung und Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit. Vielen Dank für Ihre Zeit und Mühe.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Herrn Reitze und Herrn Hahmann für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Herzlichst danke ich auch meinem Mann, den ich immer an meiner Seite weiß und ohne den vieles nicht möglich gewesen wäre.

Meiner Familie und besonders meinen Eltern danke ich für ihre liebevolle und nicht zuletzt auch finanzielle Unterstützung während meiner Ausbildung.



### **7.7 Ehrenwörtliche Erklärung**